

TARTU ÜLIKOOL  
Füüsika-keemiateaduskond  
Orgaanilise ja bioorgaanilise keemia instituut

EVE KEEDUS

**PÄRGAMENDIKOLLEKTSIOONI KONSERVEERIMINE  
JA SÄILITAMINE AJALOOARHIIVIS**

Magistritöö  
kultuuriväärtuste säilitamise erialal

Juhendajad konsultant, keemiakandidaat (PhD) TULLIO ILOMETS  
keemiakandidaat (PhD) LILLI PAAMA

Tartu 2006

## SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	4
I MATERJALID .....	6
1. PÄRGAMENT.....	6
1.1. Naha ehitus ja struktuur.....	6
1.1.1. Naha ehitus ja koostis .....	6
1.1.2. Kollageeni struktuur .....	7
1.2. Pärgamendi valmistamine .....	11
1.2.1. Pärgamendi valmistamise etapid .....	12
1.2.2. Pärgamendi valmistamisel nahas toimunud muutused .....	14
1.3. Vesi pärgamendis .....	16
1.4. Pärgamendi kahjustumise põhjused .....	17
1.4.1. Keemilised kahjustusprotsessid .....	18
1.4.1.1. Hüdroliis .....	18
1.4.1.2. Oksüdatsioon .....	18
1.4.1.3. Õhusaaste mõju .....	19
1.4.1.4. Valguse mõju .....	20
1.4.1.5. Želatiinistumine .....	20
1.4.2. Füüsilis-mehaanilised kahjustusprotsessid .....	23
1.4.3. Bioloogilised kahjustusprotsessid .....	23
2. PITSERID .....	24
2.1. Ülevaade pitseritest pärgamentdokumentidel .....	24
2.2. Vahapitserite materjal - mesilasvaha.....	26
2.3. Lakkpitserite materjal – šellak .....	28
2.4. Pitserite kahjustused .....	29
3. TINDID PÄRGAMENDIL.....	31
II Ajalooarhiivi pärgamendikollektsiooni konserveerimine ja säilitamine.....	33
1. ÜLEVAADE AJALOOARHIIVI PÄRGAMENDIKOLLEKTSIOONIST .....	33
2. PÄRGAMENDIKOLLEKTSIOONI KONSERVEERIMINE .....	36
2.1. Tintide ja pigmentide kontroll.....	38
2.2. Puhastamine .....	39
2.3. Niisutamine ja sirutamine.....	40
2.4. Parandamine .....	43
3. PÄRGAMENDIKOLLEKTSIOONI SÄILITAMINE .....	45
3.1. Paigutamine ümbristesse .....	45
3.2. Mikrofilmimine .....	45
3.3. Hoiustamine .....	46
3.4. Keskkonnatingimused .....	47
3.5. Juurdepääs ja kasutamine .....	49
4. PÄRGAMENDIKOLLEKTSIOONI FÜÜSILISE SEISUNDI UURIMINE .....	50
4.1. Seisundiuuringu meetodika.....	51
4.2. Seisundiuuringu teostamine .....	52
4.3. Seisundiuuringu tulemused .....	53
4.4. Füüsilise seisundi uurimise järgelused .....	64
KOKKUVÕTE.....	67

- Papa A. J. (1993) Propanols. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, **A22**, 173-181. VHC. ....71
- Thomson G. (2005) *The Museum Environment*. Elsevier Butterworth-Heinemann, 268. 72
- LISA 1 .....75

## SISSEJUHATUS

Pärgament oli üle aastatuhande üks paremaid ja hinnatumaid kirjutusmaterjale. Seda kasutati oluliste dokumentide loomisel, mida sooviti pikka aega alles hoida ja säilitada järeltulevatele põlvkondadele. Pärgamentidel on õiguste ja privileegide kinnitused ning võimukandjate ühiskonda reguleerivad korraldused ja nii olid pärgamendil dokumendid esmased juriidilised dokumendid, millele viidati oma õiguste kaitsmiseks. Sellised dokumendid omavad suurt ajaloolist väärtust ja olulist kohta meie kultuuripärandis. Eesti suurim pärgamentide kollektsioon on hoiul Ajalooarhiivis.

Ajalooarhiivi konservaatorina on käesoleva magistritöö autori viimase kuue aasta tööks olnud pärgamendikollektsiooni konserveerimine ja säilitustingimuste parandamine. Oma teadmisi ja oskusi pärgamendi konserveerimisest ja säilitamisest on autor saanud nii kirjandusest kui erinevatest koolitustest. Konserveerimise alal täiendas autor end 2000. juunis Taani Kuningliku Kunstide Akadeemia Konservatorite Koolis toimunud pärgamendi konserveerimise rahvusvahelisel kursusel, kus õpetasid C. S. Woods ja A. Giovannini. Osavõtt sai teoks Eesti Kultuurkapitali ja Ajalooarhiivi toel. Seejärel omandas autor kogemusi konservaatoritelt Kopenhaageni Ülikooli Arnamaegnan'i Instituudis. Septembris 2000. a täiendas autor end pitserite konserveerimise alal Läti arhiivide konserveerimiskeskuses ning 2003. a pärgamentürikute konserveerimise alal Riikliku Ermitaaži graafika restaureerimise laboris Peterburis. Pärgamendi füüsilise seisundi hindamist omandas 2005. a augustis Taanis Kopenhaagenis toimunud IDAP (*Improved Damage Assessment of Parchment*) seminaril. Osavõtt sai teoks Kristjan Jaagu stipendiumifondi ja Ajalooarhiivi toel.

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on anda ülevaade pärgamendikollektsiooni konserveerimisest ja säilitamisest Ajalooarhiivis. Eesmärgist lähtuvalt on antud magistritöö ülesanneteks tutvustada pärgamentdokumentide materjale ning pärgamendikollektsiooni säilitamise valdkonnas tehtuid töid.

Esimese osa esimene peatükk käsitleb pärgamenti. Seletatakse lahti naha ja selle põhikomponendi kollageeni ehitus ning struktuur. Antakse ülevaade pärgamendi valmistamisest ja sellega kaasnenud muudatustest nahas ning vee sisaldusest. Tuuakse ära pärgamendi kahjustumise põhjused, kahjustusi soodustavate tegurite mõjud ning käsitletakse pärgamendi hüdrotermilist stabiilsust. Teises peatükis antakse ülevaade

pärgamentdokumentidel esinevatest pitseritest, nende materjalidest ja omadustest ning pitserite kahjustumise põhjustest. Kolmandas peatükis käsitletakse raudgallustinti, millega dokumendid kirjutati.

Töö teine osa käsitleb praktilisi tegevusi Ajalooarhiivi pärgamendikollektsiooni säilitamisel. Esimeses peatükis antakse ülevaade kollektsioonist, teises kirjeldatakse viimase kuue aasta jooksul autori poolt teostatud konserveerimistöölusi. Kolmandas kajastatakse säilitustegevusi ja keskkonnatingimuste nõudeid ning viimases, neljandas peatükis tuuakse välja pärgamentide füüsilise seisundi uurimise metoodika, mille alusel viidi läbi terve kollektsiooni seisundiuuring. Välja on toodud ka seisundiuuringu tulemused. Tööd illustreerivad fotod pärinevad Ajalooarhiivi pärgamentide kollektsioonist ja on pildistatud Ajalooarhiivi operaatorite Benno Aavasalu ja Andres Kiho poolt.

Lisas 1 on graafik pärgamendikollektsiooni hoidla keskkonnatingimustest aastal 2005. Lisas 2 seisundi hindamise ankeet. Lisas 3 on toodud väljatrükk autori stendiettekandest „*Conservation of Parchment Collection in National Archives of Estonia*” VII Baltimaade restauraatorite triennaalil Riias 2005. aastal.

Töö koostamisel on kasutatud nii Eestis kui väljaspool avaldatud säilitamise alast kirjandust ja koolituse materjale. Pärgamendi kui materjali ja selle kahjustusmehhanismide ning konserveerimise kohta kasutati viimasel aastakümnel nii raamatutes, teadusajakirjades kui ka internetis ilmunud ingliskeelset kirjandust. Paraku on kirjanduses üsna vähe kajastatud pitserite ja tintide probleeme pärgamendil ning konserveerimistöötluste mõju uurimusi.

Autor usub, et antud magistritöö on kasulik abimaterjal teistele teabeasutustele Eestis oma pärgamendikollektsioonide füüsilisel korrastamisel, seisundiuuringute teostamisel ja säilitamise kavandamisel.

# **I MATERJALID**

## **1. PÄRGAMENT**

Inimkonna evolutsiooni ajaloos on teabekandjana kasutatud erinevaid materjale nagu kivi, savitahvlid, puukoor, vahaga puutahvlid, papüürus, luu, nahk ja paber. Pärast viimast jääaega olid põhilisteks kirjutusmaterjalideks papüürus, nahk ja paber. Naha kirjutusmaterjalina sobivamaks töötlemise tulemusena saadi lõpuks materjal, mida tuntakse pärgamendina.

Pärgament on looma nahast valmistatud tugev, vastupidav, valge (hele), läbipaistmatu, enamvähem ühtlase paksusega materjal, millele saab kirjutada pigmentide, tintide ja värvidega (di Curci 2003). Pärgamenti kasutati kirjutusmaterjalina, köite valmistamisel, maalingute ja tindijooniste aluspinnana, jalatsite vooderdamisel, muusikariistade, nukkude ja nõude valmistamisel (Woods 2006).

Pärgamenti mittekahjustav konserveerimine ja edukas säilitamine sõltub tema koostise ja omaduste ning väliskeskkonna mõju mõistmisest. Pärgamendi füüsilised omadused ja reageerimine keemilistele protsessidele ja keskkonnamõjude kõikumisele sõltub kollageeni keemilisest ja füüsilisest ülesehitusest ja valmistamise viisist.

### **1.1. Naha ehitus ja struktuur**

#### **1.1.1. Naha ehitus ja koostis**

Nahk on materjal, mille põhikomponent on valk kollageen koos rikkaliku hulga teiste komponentidega. Naha kiuline struktuur moodustub lugematust hulgast üksteisega läbipõimunud kollageeni kiudude kimpudest.

Nahk koosneb kolmest kihist (joonis 1):

- epidremis e. marrasknahk – naha väliskiht, mis moodustab 1-5% naha üldpaksusest ja on rikas valgulise keratiini poolest;
- derma e. pärisnahk – naha põhikiht, milles on suurim hulk kollageeni- ja elastiinikiudude kimpe. Jaguneb omakorda papillaar-(näsakiht) ja retikulaarkihiks (võrkkiht). Retikulaarkihis on kollageenikiud paksemad ja tihedamad kui

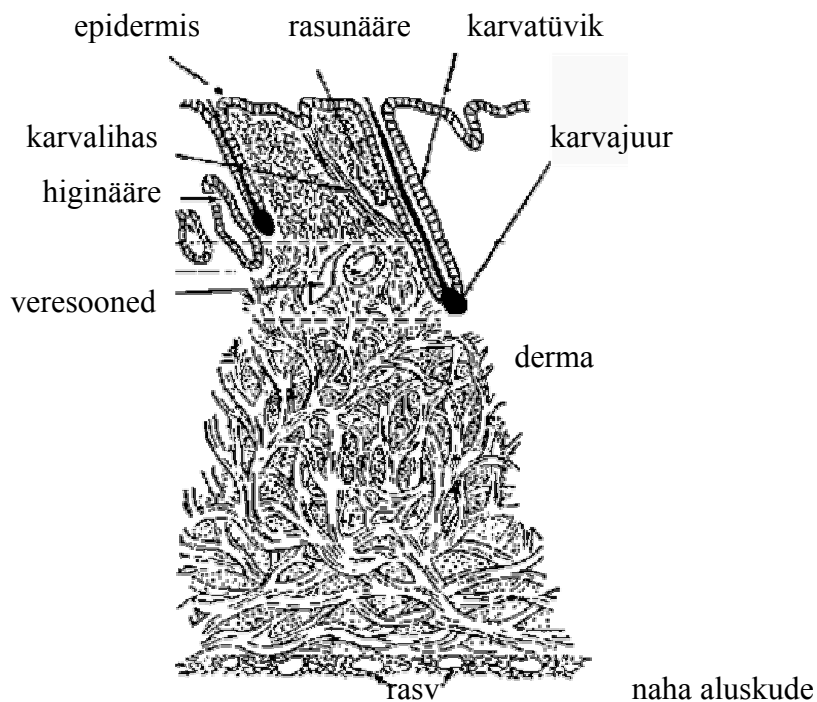
papillaarkihis. Papillaarkihis paiknevad ka karvafolliikulid, higi- ja rasunäärmed, veresooned; kollageenirikas dermakiht annab nahale mehaanilise tugevuse;

- alusnahk e. nahaalne kude – koosneb kohevast pakitud kollageeni ja elastiini kiududest, rasva lademetest, veresoontest (Kull 1992).

Üleminek pärisnahalt nahaalusele koele on sujuv.

Toornaha keemiline koostis (Haines 1999):

- |   |                      |
|---|----------------------|
| - vesi 60-64%                                       | - rasvad 2-5%        |
| - kollageen 25-29%                                  | - elastiin 1%        |
| - plasmavalgud (albumiin, globuliin, retikuliin) 4% | - mineraalained 0,5% |
| - keratiin 3%                                       | - süsivesikud 0,5%   |
|   | - muu 1%             |



Joonis 1. Naha läbilõige ([www.hewit.com/ Images/sd2-lea1.gif](http://www.hewit.com/Images/sd2-lea1.gif))

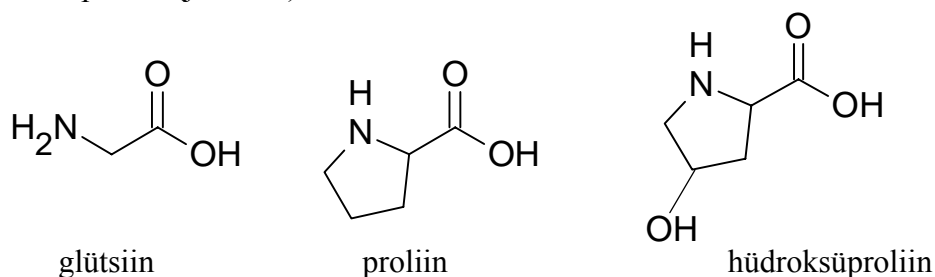
### 1.1.2. Kollageeni struktuur

Kollageen on valk, kõrgmolekulaarne ühend, mille monomeerideks on omavahel peptiidsidemetega ühinenud aminohapped. Kollageen on struktureaalne valk, mis koosneb

mitmetest polüpeptiidide ahelatest, mis on pakitud unikaalsesse kiulisse vormi. Primaarstruktuur koosneb kaheksateistkümnest erinevast 2-aminohappe jääkidest. Kollageeni ruumiline ehitus e makrostruktuur on kolmetasandiline (Talvik 1996).

*Kollageeni primaarstruktuur* moodustub valkude struktuurielementide aminohappejääkide järjestusega polüpeptiidahelas. Aminohapped on karboksüülhappe derivaadid, mis sisaldavad oma molekulis üht või mitut aminogruppi. Alfa-aminohape on karboksüülhape, milles aminogrupp asub karboksüülhappejäägile lähima süsinikuaatomi küljes. Aminohapped erinevad üksteisest ainult radikaali poolest. Lihtsaim aminohape on glütsiin, kus radikaaliks on ainult vesiniku aatom (joonis 2). Teistel aminohapetel võib radikaal olla pikk või lühike, mittepolaarne ja seega keemiliselt inertne, või polaarne ja seega keemiliselt aktiivne. Mittepolaarne peaahe sisaldab ainult süsiniku ja vesiniku aatomeid. Polaarne peaahe sisaldab lisaks hapnikku (hüdrosüül- või karboksüülgrupp) ja on seepärast happeliste omadustega, või lämmastikku (lõppeb amino- või amiidgrupiga) ja on seepärast loomult aluselised (Haines 1999). Alifaatsed aminohapped on reeglina vees lahustuvad ja ei lahustu orgaanilistes lahustites, on amfoteersed ühendid, mis võivad moodustada soolasid nii aluste kui hapetega, neil on kõrge sulamistemperatuur (220-315°C).

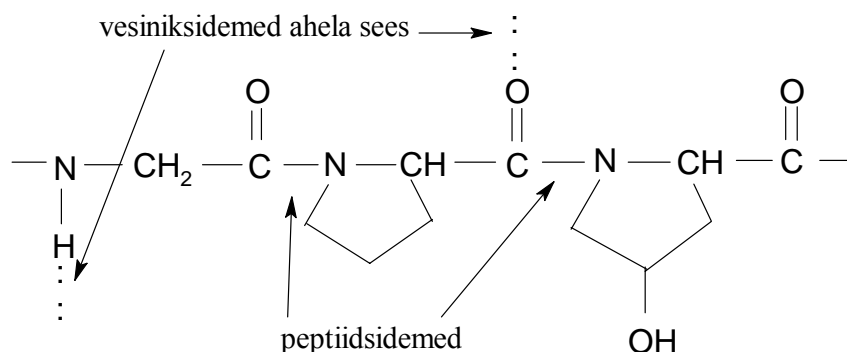
Aminohapped on ühendatud peptiidsidemetega (-CO-NH-) ühe  $\alpha$ -aminohappe karboksüülgrupi ja teise  $\alpha$ -aminohappe aminogrupi vahel (joonis 3). Tekkinud ühendit nimetatakse peptiidideks. Sellisel viisil on paljud  $\alpha$ -aminohapped ühendatud tugevate sidemetega polüpeptiidideks, kus ahel moodustub  $\alpha$ -süsinike ja peptiidsidemete abil ja kus  $\alpha$ -süsinike küljest hargnevad aminohapete radikaalid. Kõik valgud omavad sama ehitusega peaahe, neid eristab vaid erinevate aminohapete ( $\alpha$ -aminohappeid on 20) erinev järjestus ahelas. Kollageen on ehitatud 18 erinevast  $\alpha$ -aminohapest, tema peaahe koosneb lihtsast tripeptiidist, kus korduv lüli on glütsiin, X ja Y, kus X on sageli proliin ja Y hüdrosüproliin (joonis 2).



Joonis 2. Peamiste kollageeni moodustavate aminohapete struktuurivalemid



Kollageeni iseloomustab kõrge glütsiini (30%) ja proliini (10%) ja hüdroksüproliini (10%) sisaldus. Hüdroksüproliini leidub harva teistes valkudes peale kollageeni ja seda kasutatakse kollageeni identifitseerimiseks (Haines 1999).



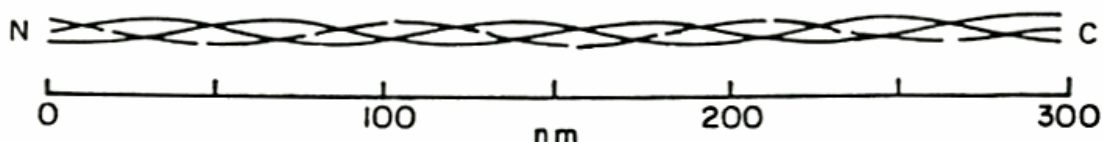
Joonis 3. Lõik peptiidahelast

*Kollageeni sekundaarstruktuur* moodustub ahela keerdumisel vasakkeermeliseks  $\alpha$ -heeliksiks, mille stabiliseerivad vesiniksidemed (joonis 3).  $\alpha$ -heeliksis on 3,3 aminohapet keeru kohta ja glütsiin hõivab ahelas iga kolmanda positsiooni. Vesiniksides tekib valgu peahela peptiidsidemete aminorühma vesiniku ja karboksüülrühma hapniku vahel (joonis 3) ning sidestab peptiidrühmad (Wasserman 2006). Vesiniksides on elektrostaatiline ja tema stabiilsus sõltub vahemaast reaktiivsete gruppide vahel. Mida suurem vahemaa, seda nõrgem side. Vesiniksidesi tekkimiseks peavad kolm polüpeptiidahelat olema lähedastikku. Glütsiin (omab väikseimat radikaali, üksik vesiniku aatom on igal kolmandal positsioonil ahelas) võimaldab kolmel heeliksil olla tihedalt pakitud. Glütsiin on pööratud keerdunud ahela keskele, samal ajal on suuremate aminohapete radikaalid suunatud välja. Sellisel viisil moodustatakse maksimaalne arv vesiniksidesmeid väikseima takistuse ja ahela suuruse juures (Haines 1999).

Nahas on erinevad kollageeni tüübid ja nende omadused erinevad tüübiti. Kollageeni I tüüpi on ligikaudu 80-90%, III tüüpi umbes 8-12% ja V tüüpi umbes 5%. I tüüpi kollageen on heterotrimeerne, koosneb kahest  $\alpha 1(I)$  ja ühest  $\alpha 2(I)$  ahelast, III tüüpi kollageen on homotrimeerne ( $\alpha 1(III)$ ). (Fessas *et al.* 2000) Tüübi määrab Gly-X-Y kolmiku jada.

*Kollageeni tertsiaarstruktuur* tekib polüpeptiidahelate spetsiifilisel kokkupakimisel. Kaks erinevat  $\alpha$ -ahelat ja üks  $\alpha$ -2-ahel, millest igaüks on keerdunud spiraaliks, põimuvad üksteise ümber moodustades kolmikspiraalse tropokollageeni spiraali (joonis 4),

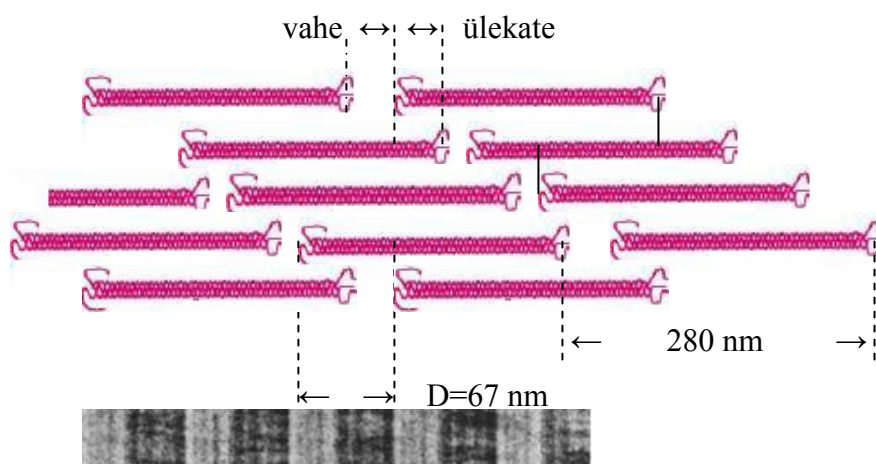
mis on struktuuri põhiüksus. Peamine kolmikheeliksit koos hoidev jõud on vesiniksidemed kolmikheeliksi vahel ja kovalentsed ristsidemed külgnivate molekulide aminohapete külghelate omavahelisel seondumisel (Kennedy ja Wess 2003). Kolmikheeliksi stabiilsuse tagamisel on olulised proliin ja hüdroksüproliin. Ahelad on seotud üksteisega keemiliste sidemete abil, mis stabiliseerivad kogu struktuuri. Vesiniksidemed moodustuvad ühe ahela glütsiini ja teise ahela proliini vahel.



Joonis 4. Kepitaoline tropokollageeni molekul (Wasserman 2006)

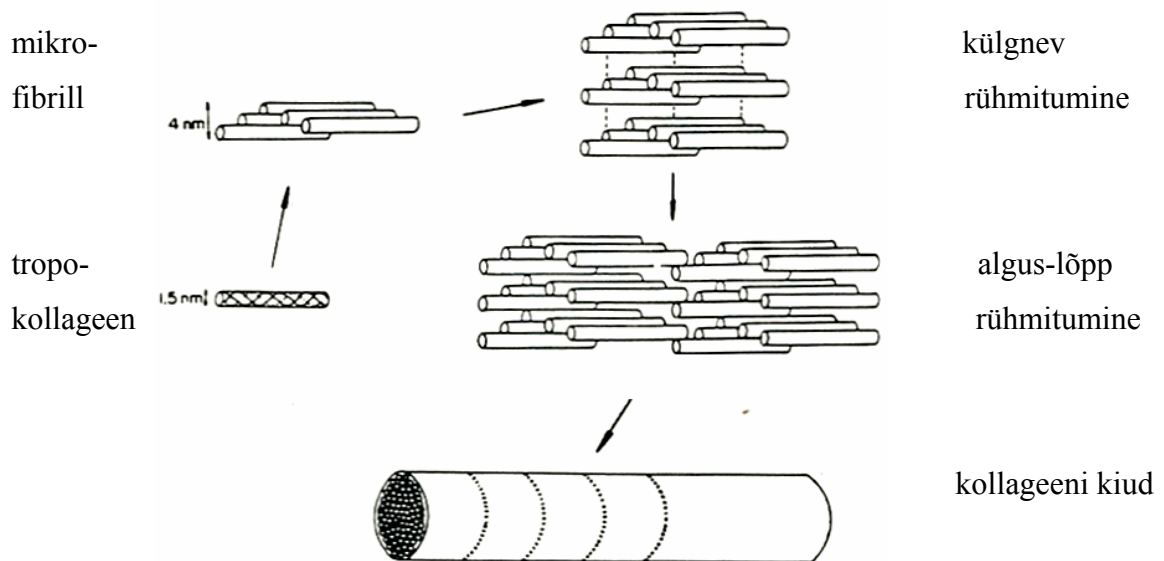
Kollageeni fibrillis ei ole katkestust kolmiku Gly-X-Y kordumises ja tulemuseks on õhuke, pikk molekul pikkusega 300nm ja diameetriga 1,5 nm, sisaldades u. 1000 üksust. Tropokollageen praktiliselt ei veni kolmikahelalisuse ja ristsidemete tõttu.

*Kollageeni kvaternaarstruktuuri* moodustavad molekulassotsiaadid. Tropokollageeni molekulid moodustavad mikrofibrilli (joonis 5). Ühes mikrofibrillis on viis tropokollageeni. Need paigutuvad ühenduspriinil “pea-saba” piki mikrofibrilli teineteise suhtes nihutatuna nii, et esimese ja viienda rea tropokollageeni molekulid asetsevad täpselt kohakuti. Tropokollageeni molekulide otsad ei ole heeliksis. Mikrofibrill on 4 nm lai. Struktuur on stabiliseeritud ristsidemetega külgnivate molekulide vahel (Wasserman 2006).



Joonis 5. Mikrofibrilli moodustumine

Mikrofibrillidest moodustub fibrill ning fibrillidest omakorda kollageeni kiud (joonis 6).



Joonis 6. Kiu moodustumine (Wasserman 2006)

Tänu oma ehitusele on kollageen väga vastupidav vananemisele. Kollageeni molekuli tugevus tuleneb vesiniksidemetest ahelate vahel ja ristsidemetest kollageeni molekulis ja mikrofibrillides.

## 1.2. Pärgamendi valmistamine

On teada, et Egiptuses ja Kesk-Idas toodeti pärgamenti juba 2500 e.m.a. Surnumere pärgamendirullid on dateeritud ajavahemikku 250 e.m.a. kuni 68 a ja need on vanimad teadaolevad pärgamendid. Vanim kirjeldus Euroopas valmistatud pärgamendist pärineb 8. sajandist. Terminit *pergamena* kasutati esmakordselt 301 e.m.a. Tõuke pärgamendi kui kvaliteetse kirjutusmaterjali leiutamisele andis Pergamoni kuningas (praegusel Türki alal) Eumenes II (197-159 e.m.a.). Ta otsis alternatiivset kirjutusmaterjali peale seda, kui võisteldes kuningas Ptolemaios'ega raamatukogude pärast, oli Egiptusest papüüruse sissevedu katkestatud. Kuigi pärgamenti tunti juba enne seda, õpiti nüüd valmistama hea kvaliteediga pärgamenti. Pergamonis kasutusele võetud uuendused seisnesid leotusvanni lihtsustamises, lubjavee kasutamises ja naha kuivatamises raamil väljavenitatud olekus. Need muudatused võimaldasid saada tugeva, ühtlase pingsusega, läbipaistmatu, heleda

värviga pärgamenti. Esimese sajandi lõpuks e.m.a. kasvas pärgamendi kasutamise populaarsus - seda ka tänu võimalusele lõigata välja ribad pitserite kinnitamiseks. Pärgamendi eelis papüüruse ees oli paindumus, vastupidavus ja võimalus kirjutada mõlemale poole ning teha kirjutatus korrekture. Kolmandal sajandil oli pärgament eelistatum kirjutusmaterjal (di Curci 2003).

Euroopasse jõudis lubjavee meetod koos ristiusuga. Euroopas oli pärgament ainus kirjutusmaterjal kuni 14-15. sajandini, mil õpiti valmistama paberit. Pärgamenti kasutati peale seda mitmetel eesmärkidel veel 400 aastat (Woods 2006). Enamik Euroopa pärgamentidest on valmistatud väikeste loomade nahkadest nagu vasikas, kits ja lammas.

Termin *pärgament* kõrval kasutatakse ka terminit *vellum*, mida mõned autorid formuleerivad veel sündimata vasika nahast valmistatud pärgamendina, teised kasutavad terminit *vellum* kõigi vasikanahast valmistatud pärgamentide kohta. Üldistavalt nimetatakse *vellumiks* kõrgekvaliteedilist pärgamenti (di Curci 2003).

### **1.2.1. Pärgamendi valmistamise etapid**

#### *1. Ajutine konserveerimine*

Naha nülgimise järel on see kaitsetu bakterite rünnaku suhtes. Selle vältimiseks nahad ajutiselt konserveeritakse soolamise ja/või kuivatamisega, põhjamaades külmutamisega. Sool seob nahas oleva vee ja pärsib bakterite elutegevust, aidates nii säilitada nahka edasise töötlemiseni.

#### *2. Leotamine*

Nahad asetatakse suurde hulka külma, võimalusel jooksvasse vette soola, vere, mustuse ja valguliste ühendite (albumiin, globuliin) eemaldamiseks. Leotamisel naha kiud punduvad, mis tagab painimisel lubja ühtlasema jaotuse nahas. Leotamine toimub puidust või kivist väljaraiutud tõrres, kus nahku aeg-ajalt liigutatakse. Leotus kestab kuni 48 tundi. Bakteriaalse tegevuse vältimiseks toimub leotus tänapäeval nii kiiresti kui võimalik.

#### *3. Painimine*

Nahad pannakse kuni kaheksaks päevaks kustutatud lubja ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) suspensiooni (külma ilmaga kuni 16 päevaks). Aluseline lubi eemaldab nahast rasva, pehmendab ja lahtistab epidermise kihis paikneva karvanääpsu, muutes karva kergemini eemaldatavaks. Alternatiiviks lubjale kasutati arvatavasti uriini (di Curci 2003). Painimine teostati puidust või kivist tõrres, mis oli 2 m pikk, 1 m lai ja 1 m sügav. Korraga töödeldi 1-2 tosinat nahka.

Alates 19. sajandist lisati ka naatriumsulfiidi, et lagundada karva valku keratiini ja kiirendada karva eemaldamist. Kiirendatud protsess eemaldas nahast liiga palju kudematerjali, mille tulemusena saadi kehvema kvaliteediga, vähem elastne ja jäigem pärgament, mis on vähem vastupidavam kui enne 19. sajandit toodetud pärgament (ICN 1995).

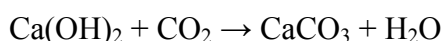
Lambanahkadega on protsess mõnevõrra erinev. Villa kahjustumise vältimiseks lahtistatakse vill naatriumsulfiidi ( $\text{Na}_2\text{S}$ ) ja lubja pastaga, mis pannakse naha liha poolele. Sulfiid tungib läbi naha lagundades villa karvanääpsud. Seejärel tõmmatakse vill nahalt ära ja nahad pannakse lubja suspensiooni (Haines 1999).

#### 4. *Karvade eemaldamine*

Karvade eemaldamiseks asetatakse nahk karvapool pealpool üle kumera palgi. Kumera nüriteralise noa abil kraabitakse lahtistatud karv ja epidermis ära. Siis nahk pööratakse palgil ümber ning terava poolkaarja noaga lõigatakse ära lõdvad nahaalused koed. Nahad pannakse paariks päevaks tagasi lubjavette, misjärel nad pestakse voolavas vees üks või kaks päeva. Kui nahad jäävad lubjavanni liiga kauaks, muutub kiudude võrgustik nõrgaks ja nahka võivad tekkida augud. Enne kuivatamist märg nahk kraabitakse tugevalt mõlemalt poolt kahekäelise poolkaarja terava noa abil. Kui kraapimisel tekkis nahka auk, siis õmmeldi see kinni (Rychkov 2003).

#### 5. *Kuivatamine*

Pärgamendi kvaliteet sõltub hoolikast kuivamise kontrollimisest. Kuivamiseks asetatakse nahk täisnurksele, mõlemalt poolt ligipääsetavale puidust raamile. Iga mõne sentimeetri tagant keeratakse naha serva ümber väike sile veerkivi (tänapäeval paberist pallike) ja nii moodustunud mügarik seotakse nõõriga puidust raami punnidele. Meetod nõuab kuivamise vältel sagedast ümberpingutamist. Pärgamenti ei tohi raamile naelutada, kuna kuivamisel toimuv kahanemine võib põhjustada naha rebenemist naelte kohast. Metallklambrid on samuti ebasobivad, kuna kokkupuutest metalliga jäävad nahale plekid. Pinguldatud nahk kuivatatakse õhu käes. Kuivamise ajal otsese päikesevalguse või õhu kiire liikumise kätte jätmine võib põhjustada pärgamendi kahjustumist liiga kõrge temperatuuri ja/või liiga kiire kuivamise tõttu. Kuivamisel moodustub pärgamendis olevast lubjast ja õhus leiduvast süsinikdioksiidist kaltsiumkarbonaat (Haines 1999).



## 6. Viimistlemine

Pärgament viimistletakse sõltuvalt kasutamise otstarbest. Töötluste eesmärk on suurendada pinna siledust, eemaldada plekke ja tõsta pinna heledust. Kirjutuspärgamendi mõlemad pooled lihvitakse kraapides ja hõõveldades poolkaarja terava noaga. Naha paksud kohad lihapoolel kooritakse maha kuni leht jääb ühtlase paksusega. Kuivamisraamil olev niiske pärgament hõõrutakse lihapoolelt pimsskivi pulbri või kriidiga, et saada sile, siidja pinnaga kirjutuspärgament, mis võimaldaks tindil tungida sügavale kiudude vahele lisades nii tekstile püsivust. Valge pärgamendi saamiseks töödeldi seda peene vedela pastaga, mis sisaldas erinevas koguses kaltsiumkarbonaati, põletatud lupja, jahu, munavalget ja piima. Pasta hõõruti pärgamendile niiske riidega. Nii saadi äärmiselt sile, tugev ja valge pärgament. Mõnikord on pärgamendi värvimiseks lisatud taimi, mis omavad ka parkivat toimet. Raamatu kaanekatteks mõeldud pärgamenti karvapoolt ei kraabita, vaid see töödeldakse pastadega. Tindi halb adhesioon ja jooksmine arvati olevat põhjustatud liigsest rasvast, mida püüti eemaldada erinevate kaltsiumit sisaldavate ühenditega nagu lubjakivi, kriit, kaltsiit ja vateriit, mida kasutati kas pulbrite või pastadena (di Curci 2003). Teadaolevalt katsid bütsantsi pärgamendivalmistajad pärgamendi nahaliimi, kaseiini ja pliivalgega ning poleerisid munavalge ja linaseemnetega.

Tänapäeval eemaldatakse naha epidermise kiht lubjaprotsessi lõpus lõhestamise teel epidermise ja derma ühenduse kohalt, kasutades spetsiaalset masinat.

Valmistamisprotsessi käigus eemalduvad plasma proteiinid, mukopolüsahhariidid, keratiin, elastiin ja rasvad, jättes alles peaaegu puhta kollageeni kiudude võrgustiku, kus on vett 13-15% (RH 50% juures) ja lupja 1,6%. Pärgamendi pH on 6-8. Hea pärgament on õhuke, tugev, painduv ja sileda pinnaga, milles kollageen moodustab ligikaudu 95% (Kennedy ja Wess 2003).

### 1.2.2. Pärgamendi valmistamisel nahas toimunud muutused

Valmistamise tulemusena muutub pärgament hügrokoopseks ja kiudude orientatsioon muutub paralleelseks naha pinnaga. Painimisel on lubja lahuse pH tavaliselt 10-12. Tugevalt aluselises lahuses toimub kollageeni molekulide hüdrolyüs ja ratseemimine, mis põhjustab kiudude võrgustiku laienemist ja nõrgenemist. Mõned kovalentsed sidemed molekulide vahel katkevad, mille tagajärjel pärgamendi kahanemistemperatuur võrreldes

toornahaga langeb (Woods 2006). Polaarsed grupid on avatud vesiniksidemete moodustamiseks ja kogu kiudude võrgustik muutub tugevalt hügrokoopseks.

Pinge all kuivatamine põhjustab nahas teistsuguseid muutuseid kui seda pargitud naha tootmise puhul. Kuivamise ajal on naha kiud fikseeritud sirutatud seisundis ja kuivamise lõppedes ei pöördu tagasi oma algsesse kolmedimensioonilisse võrgustikku. Väike pinge kiudude struktuuris muudab pärgamendi jäigaks. Kollageeni kiudude kimbud on joondunud paralleelselt naha pinnaga, kiudude vaheline nurk on väike või puudub üldse. See on põhierinevus naha ja pärgamendi vahel. Pärgamendi ja pargitud naha omaduste võrdlus on toodud tabelis 1 (Konsa 1998). Kiudude orientatsiooni muutmise ulatus sõltub mitmest tegurist nagu looma liik, vanus, sugu, toitumus, lubjavee tugevus, märgumise määr, pingulduse tugevus kuivamisel. Kiudude orientatsiooni tõttu pärgamendis võib seda küllaltki kergesti lõhestada õhemateks lehtedeks.

Kui karvad on keemiliselt eemaldatud, jäävad pinnale tühjad karvaaugud. Nende paigutus on igale loomaliigile iseloomulik ja see võimaldab hiljem määrata looma liigi ja objekti valmistamiseks valitud nahatüki asukoha nahal.

Hoolimata valmistusviisist on lihapool kergesti eristatav karvapoolest oma karvasema-karedama tekstuuri ja sageli ka tumedama värvi poolest. Raamatute leheküljed seatakse ühtlase mulje saamiseks kokku nii, et karva pool karva poolega ja liha pool liha poolega, kasutades ühe raamatu valmistamiseks ühte liiki looma nahku (Haines 1999).

Tabel 1. Pärgamendi ja naha eristamine

Pärgament	Nahk
1	2
kihiline struktuur	kompleksne, kollageenikiudude kolmemõõtmeline võrgustik
lõhustub kergesti kihtideks	ei lõhustu kihtideks
parkained puuduvad (või on väga vähe)	palju ühtlaselt jaotunud parkaineid
tõmbub vees kuumutamisel kokku madalamatel temperatuuridel	tõmbub vees kuumutamisel kokku kõrgematel temperatuuridel
imab kiiresti suurel hulgal vett	võib vett kiiresti imada, kuid mitte suurel hulgal
vee toimele mitte vastupidav	vee toimele vastupidav

Tabel 1. järg

1	2
märjana nõrk ja kuivana hea vastupanu mikroorganismidele	märjana parem ja kuivana halvem vastupanu mikroorganismidele kui pärgamendil
jäik, vähepainduv, vastupidav	painduv ja elastne, alati läbipaistmatu
võimalik muuta parkimisega nahaks	võimatu muuta pärgamendiks

### 1.3. Vesi pärgamendis

Polaarsete gruppide tõttu kollageeni molekulis on kollageen hüdrofiilne ja võimeline siduma küllaltki palju vett. Pärgamendi painduvus sõltub kollageeni seisundist ja vee sisaldusest.

Vesi esineb pärgamendis seostumisviisi järgi kolmes vormis:

- seotud ehk hüdraatvesi – on vesiniksidemetega tugevasti seotud heeliksi struktuuri, kaob ainult kollageeni denatureerimisel ja on siis pöördumatult kadunud (vee sisaldus 1-12 g/g; RH 0-25%);
- assotsieerunud ehk kapillaarvesi – paikneb kollageenikiudude vahelistes kapillaarides, olles seotud seda tugevamini, mida peenemad on kapillaarid;
- vaba ehk märgumisvesi – on kergelt seotud kollageeni makrostruktuuri vahel ja põhjustab kiudude pundumist.

Heade hüdrofiilsete omaduste tõttu pärgament seob ja annab ära õhuniiskust ilma kiudude või fibrillide kahjustusteta. Vahetatava vee kogus sõltub õhu niiskusest, temperatuurist, kollageeni seisundist, kiudude omavahelisest lähedusest, sidemetest kollageeni kiudude vahel ning kristalliliste piirkondade esinemisest. Uus pärgament on võimeline imama vett oma kaalust 2-3 korda enam, mis on 50% kõrgem vana pärgamendi niiskuse imamise võimest (Abdel-Maksoud ja Marcinkowska 2000).

Vee sisaldusel on oluline osa kollageeni struktuuris. Vesi toimib kiudude vahel stabilisaatori ja plastifikaatorina ja osaleb hüdrolüüsil, želatiini moodustumises, vabade radikaalide ja saasteainete lahustumises, jne (Hansen *et al.* 1991).

Vesi on tugevalt polaarne ja omab suurt pindpinevust. Kui märg nahk kuivab õhu käes pingevabalt, siis naha kiudude vahelise vaba vee hulk väheneb, toimub kolmemõõtmeline kahanemine ja pindpinevus tõmbab kiud ja fibrillid kokku. See põhjustab poolläbipaistva ning jäiga lehe tekke. Pinnale langev valgus ei hajja laiali, vaid



tungib nahka, andes poolläbipaistvuse või isegi läbipaistvuse (Woods 2006). Pärgamendi valmistamisel kuivatatakse märg nahk pinge all, mis surub vee kiudude vahelt välja. Sellisel viisil kuivatamine vähendab vee pindpinevuse kahjulikku mõju. Vaba ruum kiudude vahele jääb alles ning kuivanud pärgament on painduv ja läbipaistmatu. Kuivamise järgselt valitseb kiudude struktuuris väike pinge, mis teeb pärgamendi väga tundlikuks suhtelise õhuniiskuse kõikumisele ja temperatuurile, mis võivad põhjustada dimensioonide muutusi. Konserveerimisel on soovitatav vee kasutamisest hoiduda, kuna vee pindpinevus toimib kuivamisel kahjulikult ja materjali veega niisutamisel eraldub soojust ning vesi ja soojus üheskoos põhjustavad pärgamendi pinnal kiudude želatiinistumist.

#### **1.4. Pärgamendi kahjustumise põhjused**

Pärgamendi vananemisel toimivad erinevad vanandavad faktorid, olles võimelised tegutsema iseseisvalt või koos ja põhjustama erinevat tüüpi kahjustusi. Kollageeni kahjustumine pärgamendis tuleneb kas kahjustumisest pärgamendi valmistamise protsessil või kahjustumisest selle tõttu, mis juhtub pärgamendiga hiljem. Pärgamendi kahjustumine toimub läbi mitme mehhanismi nagu füüsiline kulumine voltimisel, pinge suhtelise õhuniiskuse tsüklilisest kõikumisest, mikrobioloogiline rünne ja keemilised reaktsioonid tintide, metallist kinnitusvahendite ja atmosfäärist absorbeeritud gaasidega (ICN 1995). Kahjustuste tulemuseks on kahanemine, rabedus, jäigastumine, deformatsioon, rebendid, augud, hallitus, tindi ja pigmendi kadu. Kahjustumine on seotud keemiliste sidemete katkemisega polüpeptiidahelates ja polüpeptiidahelate vahel. Kahjustusprotsessid on reeglina pöördumatud - kord juba toimunud muutusi materjali struktuurides ei ole võimalik olematuks muuta (Konsa 2005b). Pärgamendi loomulikku vananemist mõjutavad temperatuur, suhteline õhuniiskus, valgus ja õhusaaste (Kennedy ja Wess 2003).

Kahjustused võib liigi järgi jagada järgmiselt:

- keemilised;
- füüsilis-mehaanilised;
- bioloogilised.

#### **1.4.1. Keemilised kahjustusprotsessid**

Keemiliste kahjustusprotsesside hulka loetakse terve rida keemilisi reaktsioone, mis on esile kutsunud nii materjalide endi keemiliste koostisainete reageerimisest kui ka väliskeskkonnast materjalidesse sattuvate ainete toimest. Peamised keemilise lagunemise mehhanismid on hüdroolüüs, oksüdatsioon ja želatiinistumine (Konsa 2005b).

##### **1.4.1.1. Hüdroolüüs**

Hüdroolüüsi kutsuvad esile happed, mis moodustuvad nahas õhusaaste gaaside ja vee ühinemisel, aga ka alused ja bakterite ning mikroste poolt eraldatavad ensüümid. Hüdroolüüsil kollageeni molekulid lõhustuvad (peptiidsidemed aminohapete vahel polüpeptiidahelas katkevad), mille tulemusena tekivad väiksemad polüpeptiidide molekulid, mis võivad omakorda edasi hüdroolüüsuda. Selle tulemusena kollageeni polümerisatsiooniasaste väheneb (Larsen *et al.* 2002 c). Võrreldes vähem lagunenud pärgamendiga koosneb tugevalt kahjustunud pärgament paljudest väikestest polüpeptiidahelatest. Hüdroolüüsi tulemusena väheneb pärgamendi vastupidavus. Selline pärgament on rabe ja kergesti murdub ning sellesse võivad tekkida praod. Hüdroolüüsi soodustavad tegurid on soojus, valgus, niiskus ja õhusaaste.

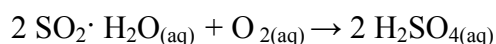
##### **1.4.1.2. Oksüdatsioon**

Kollageeni oksüdatsioon võib ilmuda mitmel viisil. Oksüdatsiooni põhjustavad vabad radikaalid, mis on võimelised lõhkuma aminohapete vahelised peptiidsidemed. Vabad radikaalid moodustuvad vee ja ultraviolettkiirguse koosmõjust, kus UV kiirgus lõhustab vee molekuli kaheks vabaks radikaaliks  $H^*/OH$ . Vabad radikaalid moodustuvad ka oksüdeeriva saasteaine  $O_3$  lagunemisel. Oksüdatsiooni tulemusena lõhustub kollageeni molekuli polüpeptiidne peaahe ja muutub kollageeni aminohappeline koostis. Toimub aluselist aminohapete (argiin, hüdroksülüsiin, ja lüsiin) taandamine ja suureneb happeliste aminohapete (glutamiinhape ja aspargiinhape) hulk (Kennedy ja Wess 2003). Vase- ja rauaioonid toimivad oksüdeerumisel katalüsaatoritena. Oksüdatiivset lagunemist saab hinnata aminohapete analüüsi abil. Oksüdatiivsel lagunemisel väheneb lüsiini, arginiini,

proliini ja histidiini sisaldus kollageenis. Moodustuvad rist-sidemed ja pärgament muutub vähe painduvaks, rabedaks ja kergesti murduvaks. Rist-sidemete kasvuga vähenevad kollageeni hüdrofiilsed omadused ja pärgament niiskub halvasti. Rist-sidemetest annab tunnisust erakordselt madal histidiini ja türosiini sisaldus. Orgaaniliste hapete sisalduse kasv tähendab, et kollageeni laenguline tasakaal ja isoelektriline punkt on nihutatud happelisemaks. Oksüdatsioonimäära suurenedes pH väheneb, mis nõrgendab pärgamendi füüsilist stabiilsust ning tugevust ja vähendab hüdrotermilist stabiilsust. Oksüdatsioonimäära hinnatakse mõõtes aluseliste aminohapete suhet happelistesse aminohapetesse (Larsen *et al.* 1002b). Uuel pärgamendil on see suhe 0,69, vanal pärgamendil võib see olla isegi alla 0,5. Oksüdatiivsele lagunemisele aitab kaasa polüpeptiidahelate happeline hüdroolüüs. Oksüdatiivset lagunemist soodustavad tegurid on valgus, saasteained ja soojus.

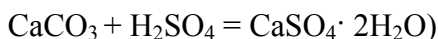
#### 1.4.1.3. Õhusaaste mõju

19.-ndast sajandist etendab õhusaastatus linnades olulist rolli. Aastatel 1850-1970 oli kivisüsi peamine kodudes ja tööstustes kasutatav kütus, mida kasutati ka raamatukogude ja arhiivide kütmisel. Kivisöe põletamisel moodustub vääveldioksiid ning uuringud on näidanud, et viimase 60 aastaga on sulfaadi kontsentratsioon ajaloolises nahas kasvanud 5%. Vääveldioksiid S(IV) oksüdeerub S(VI)-ks õhu hapniku olemasolul üle komplekse vabaradikaalse mehhanismi (Bowden ja Brimblecombe 2003). Siirdemetallid (raud ja vask) osalevad oksüdatsioonil katalüsaatoritena ja kiirendavad destruktiivsete hapete moodustumist.



Algselt on rauda ja vaske pärgamendis vähesel hulgal, kuid nende sisaldus suureneb lisatud parkainete, tintide või värvide tõttu. Alates 19. sajandist valmistatud pärgamentides on väävli sisaldus suurem ka valmistamisel kasutatud naatriumsulfiidi tõttu. Väävelhape on tugev hape, mis põhjustab valkude hüdroolüüsi. Pärgamendis olev kaltsium aitab siduda õhust vääveldioksiidi. Väävel akumuleerub pärgamendi piires erinevalt. Kõrge väävli sisaldus on seotud kaltsiumiga, kuna väävel eeldatavasti akumuleerub aluselistes suurema kaltsiumi sisaldusega kohtades (Larsen *et al.* 2002c). Vanades pärgamentides on kaltsiumi

rohkem kui tänapäeval toodetud pärgamentides. Väävelhape reageerib aluselise lubjaga moodustades kipsi.



Reaktsioonil eraldub soojust. Kõrge väävlisisaldus põhjustab iseloomulikku tuimavõitu halli tooni. Sõltuvalt õhuniiskusest on kaltsiumsulfaat (kips) lahustunud või kristalliline. Selle protsessi käigus võivad atmosfäärist pärinevad tolmu ja mustuse osakesed saada pärgamendis “kinni püütud” ja nii suureneb halli tooni mõju pinnal (ICN 1995).

Pärgamendi vanandamised on näidanud, et vääveldioksiid põhjustab soojust ja valguse juuresolul suuremat kahjustust kui lämmastikdioksiid (Juchauld ja Jerosch 2005).

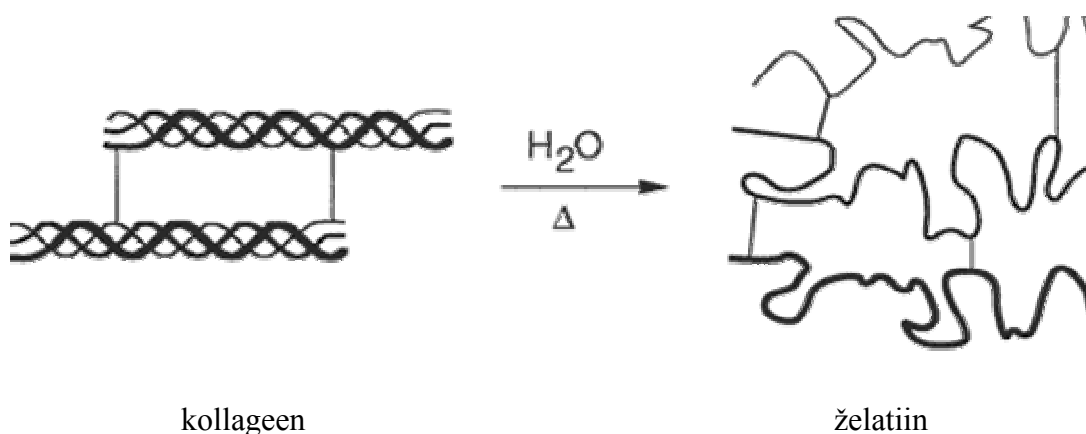
#### **1.4.1.4. Valguse mõju**

Ultraviolettkiirgus päeva- ja kunstlikus valguses etendab olulist rolli pärgamendi omaduste muutumises, põhjustades fotokeemilist lagunemist ja fotolüüsi. Fotokeemiline lagunemine põhineb vabaradikaalsetel reaktsioonidel, mille tulemusena polüpeptiidahelate vahel keemilised sidemed katkevad, tekivad uued külge- ja ristsidemed, kollageeni polümersatsioonide vähenemine (Konsa 1998). Valguse neeldumisel eraldub soojust. Selle tulemusena pärgamendi mehaanilised omadused halvenevad - vähenemine elastsus, muutub hapraks ja kergesti murduvaks, tekivad praod. Fotoooksüdatsioonil tekivad kromofoorid väikese molekulmassiga ühendid, mistõttu materjali värvus muutub kollakamaks. Protsesse kiirendavaks teguriteks on kõrgem temperatuur, õhuniiskuse, raua ja vase ioonid, hapniku ja tolmu osakeste olemasolu. Valgus, nii oma soojust kui ultraviolettkiirgusega, soodustab kõiki teisi pärgamendi vananemise ja kahjustumise protsesse.

#### **1.4.1.5. Želatiinistumine**

Kollageenikiudude želatiinistumist põhjustavad vesi ja soojus. Vee ja soojuste toimel kollageeni kiud punduvad, intermolekulaarsed vesiniksidemed kolme peptiidahela vahel katkevad, senine struktuursus kaob ja ahelad on vabad moodustama uut, vähem korrastatud struktuure. Kollageenikiududest moodustub želatiin (joonis 7), mis on erineva pikkusega polüpeptiidahela osade suspensioon vees. Želatiin mähkub kiudude ümber ja muudab kiulise tekstuuri vähem nähtavaks, pärgamendi pinnale tekib klaasjas kiht. Pärgament

muutub hapraks, jäigaks, kergesti murduvaks ja kergesti kihtideks jaotatavaks. Suureneb kollageeni reaktsioonivõimelisus. Kui kollageen on degradeerunud želatiiniks, siis on osaline kolmikheeliksi renaturatsioon võimalik, küll aga ei saa regenereerida ehedat



Joonis 7. Želatiini moodustumine kollageenist

kollageeni. Kui kolmikheeliksi struktuur on laiali lammutatud, siis kollageenimolekuli pöörlemisvabadus ja entroopia on suurenenud ning vesinikside on kaitsetu ja avatud vee toimele (Kennedy ja Wess 2003).

Želatiinistumine on jälgitav pärgamendi kiudude vees kuumutamisel, kus mingi temperatuuri intervalli juures nad deformeeruvad. Deformatsioon on nähtav kiudude kahanemisena, kiud lühenevad järsult ja suureneb nende paksus. Kahanemine sõltub naha kvaliteedist, tugevusest ja lagunemise astmest. Temperatuuri, millel kahanemine toimub, nimetatakse kahanemistemperatuuriks - see on pärgamendi keemilise ja füüsilise stabiilsuse kombineeritud mõõt, mille määramist kasutatakse kiudude üldise kahjustumise hindamiseks. Kahanemistemperatuuri (nimetatakse ka liimistumistemperatuuriks) korral ületab soojusenergia molekulidevahelise energia. Kollageeni molekuli peaahead on väljasirutatud vormis, mida toetavad vesiniksidemed. Kui kollageeni kuumutada üle vesiniksideme energia määra, siis sidemed lagunevad ja molekuliahelate korrastatud asetus kollageeni struktuuris lõhutakse. Senine kiudude väljasirutatud vorm tõmbub ligikaudu kolmandiku võrra kummitaoliselt kokku. Kahanemispikkuse intervall sõltub kiudude stabiilsuse jaotusest. Kiudude hüdrotermiline stabiilsus väheneb proportsionaalselt lagunemisega.

Pärgamendikiudude kahanemist võib kirjeldada kolme temperatuuri intervalliga, mis on järgmiste omadustega:

- 1) selge kahanemisaktiivsus on täheldatav individuaalkiududes;
- 2) ühe kiu kahanemisaktiivsusele järgneb koheselt teise kiu kahanemisaktiivsus;
- 3) põhiintervall, mille algtemperatuur ongi kahanemistemperatuur; vähemalt kaks kiudu näitavad samaaegset ja kestvat kahanemisaktiivsust (Larsen *et al.* 2002a).

Kahanemisaktiivsuse analüüs teostatakse kas *micro-hot table* (Larsen *et al.* 2002a) või *simple heat plate* (Rasmussen ja Larsen 2002) või koormuse all kahanemise mõõtmise (Cohen *et al.* 2000) meetodiga. Kahe esimese puhul on võetava proovi suurus 0,1-0,5 mg ja mida võib seetõttu pidada mitte-destruktiivseteks meetoditeks; viimase meetodi puhul on proovi suurus 20mm×10mm.

Keemiliselt töötlemata naha kahanemistemperatuur on ligikaudu 65°C. Uue pärgamendi kahanemistemperatuur on 47-60°C, vanal pärgamendil võib see olla aga kõigest 30-38°C (Larsen *et al.* 2002a).

Hüdrotermilise stabiilsuse vähenemisel on peaaegu võrdsed osad hüdrolüüsil ja oksüdatsioonil. Igal pärgamendil on oma individuaalne hüdrotermiline stabiilsus, mis võib erineva kahjustusastmetega piirkondades olla erinev. Mõned pärgamendi osad ja ka kiud on ilmselt väiksema hüdrotermilise stabiilsusega kui teised. See on põhjustatud ebaühtlasest kahjustuste määrast ja ebaühtlusest tootmisel (Abdel-Maksoud ja Marcinkowska 2000). Hüdrotermiline stabiilsus suureneb koos kaltsiumkarbonaadi sisalduse kasvuga ja väheneb koos väevli sisalduse kasvuga (Larsen *et al.* 2002c).

Vana, madala hüdrotermilise stabiilsusega pärgamendi kiud võivad moodustada želatiini vahetul kontaktil veega juba toatemperatuuril. Želatiinistumine võib ilmned ka spontaanselt normaalsete hoiutingimuste juures. Kahanemistemperatuuri määramist tehakse ka konserveerimistöötuse kontrollimiseks, et vältida pöördumatut kahjustust konserveerimisel ning uue, köitmiseks või konserveerimiseks mõeldud, pärgamendi kvaliteedi kontrollimiseks.

#### **1.4.2. Füüsilis-mehaanilised kahjustusprotsessid**

Oma kiulise struktuuri, ehituse ja koostise tõttu on pärgament mehaaniliselt vastupidavam materjal kui paber või pargitud nahk. Füüsilis-mehaaniliste kahjustusprotsesside hulka kuuluvad mehaaniliste jõudude toimest, niiskusesisalduse muutustest tekkinud pinged ning soojuse ja valguse poolt põhjustatud mõõtmete muutused. Pinna puhastamine tolmust ning mustusest võib samuti põhjustada mehaanilisi kahjustusi. Tulemuseks on deformatsioon, praod, rebendid, kulumine, abrasiioon (Konsa 2005b). Seda mõjutavad liiga niiske või liiga kuiv keskkond ning käsitsemine. Vananedes pärgamendi mehaanilised omadused nagu pingetugevus ja painduvus vähenevad. Pärgamendi dehüdraatumisel kaob osa seotud vett, mis ei ole enam kiudude vahel plastifikaatoriks. Selle tulemusena polüpeptiidahelate vahelised kaugused vähenevad ja moodustuvad ristsidemed, mis jäigastavad kogu struktuuri.

#### **1.4.3. Bioloogilised kahjustusprotsessid**

Bioloogilised kahjustused on põhjustatud mitmesuguste elusorganismide (bakterid, mikroseed, putukad, närilised) elutegevusest. Pärgament on biokahjustusele vastupidavam kui paber ja pargitud nahk. Enamikul juhtudel on tegemist keemiliste või mehaaniliste kahjustustega. Keskkonnatingimuste kontrolli ja hügieeni tingimustes biokahjustuse ohtu ei teki. Oht hallituskahjustusele tekib, kui suhteline õhuniiskus ületab 60%. Soodustavateks teguriteks on soojus ja ventilatsiooni puudumine. Kuna pärgamendi pind sisaldab erineva hulga osaliselt või täielikult želatiinistunud kollageeni kiude, siis on ta pikemaajalises niiskes keskkonnas hea sööt hallitusseentele ja bakteritele. Minimaalset hallituse kasvu võib leida paljudel vanematel pärgamentidel. Materjali pinnal kasvavad organismid muudavad seal asuva kujutise nähtamatuks või raskesti loetavaks, pinna helbeliseks ja põhjustavad tintide ja pigmentide kadu, kuna need on pinnal ja ei ole tavaliselt tunginud sügavale. Organismide elutegevus lõhub materjali mikro- ja makrostruktuuri ning vähenevad materjali mehaanilised omadused. Keemilised kahjustused on seotud materjali kasutamisega mikroorganismide poolt ning erinevate ainete eritamisega substraati (Konsa 1998). Mikrobioloogilise kahjustuse tunnused on värvuse muutus (tumenemine, kollasus), värvilised (tillukesed kahvatud mustad, pruunid või punakad) plekid, massi kadu, esileulatuvad mügarikud, praod. Hallitus võib pärgamendi täielikult

hävitada. Hallituse tekkele on vastuvõtlikum kitse ja seejärel lambanahast pärgament (Součková ja Franc 2005).

Putukakahjustusele viitavad putukate nukukestad, tunnelid, käigud ja augud materjalis. Pärgamendist toituvad putukad on nahanäklased (*Dermestidae*), soomuklased (*Lepisma saccharina*), tooneseplesed (*Anobiidae*) ja teesklased (*Ptinidae*) (Pinniger 2001).

Närilised võivad põhjustada ulatuslikku materjali kadu, sest nad näksivad pärgamenti servadest jättes teravate hambajälgedega serva.

## **2. PITSERID**

### **2.1. Ülevaade pitseritest pärgamentdokumentidel**

Ürikute juures esineb tihtipeale pitsereid. Pitser on pitsati positiivne reljeefne jäljend plastilises aines või värvijäljend dokumendil (Konsa 1998). Pitseri põhifunktsioon oli tunnistada juriidilise tegevuse täieõiguslikkust ja personifitseerida informatsiooni, tõendada allkirja kõrval või asemel dokumendi kehtivust ja autentsust. Pitsereid on samuti kasutatud millegi (nagu kirjad, ruumid) pitseerimiseks, sulgemiseks, et selle avamine oleks märgatav (Cherry 1997). Pitsateid-pitsereid uurivat teadust nimetatakse sfragistikaks.

Pitsereid võib liigitada mitmeti. Pitseripildi järgi eristatakse kiri-, pilt-, portree- ja vapp-pitsereid. Pitsereid jagatakse ka nende dokumendile kinnitusviisi või siis materjali järgi. Kinnitusviisi järgi jagunevad pitserid dokumendi peal olevateks ja ripp-pitseriteks. Dokumendi peal olevaid värvipitsereid nimetatakse templiteks. Pitseri materjal pidi olema kergesti sulatatav, kuid samas tardudes küllalt jäik, et jäljend kuluks võimalikult vähe. Tuntumad pitseri materjalid on vaha ja kirjalakk, mille põhikomponendiks on šellak (Konsa 1998).

Metallpitsereid nimetatakse bulladeks ja neid valmistatakse peamiselt tinast, vasest, pronksist, pliist, kullast või hõbedast. Bullad olid levinud keskajal ja neid valmistati graveerimise teel (Cherry 1997). Paavstide bulladel kasutati pliidi, monarhide ja keisrite puhul ka hõbedat ning kulda.

12. sajandil muutusid enimkasutatavaks ripp-pitserid. Ripp-pitseri puhul kas lõigati dokumendi äärest riba, mis jäi teist otsa pidi dokumendiga ühendusse ja vaba otsa külge riputati pitser, või lõigati dokumendi alläärde ava, millest tõmmati läbi pärgamendi-,



tekstiiliriba või punutud nõör, mille otsa kinnitati pitser. Tugevdamiseks murti dokumendi alaserv kahekorra. Suured kahepoolsed ripp-pitserid valmistati sügavalt graveeritud matriitsiga. Pitserijäljendi kaitseks ning võltsimise takistamiseks kasutati vahast, puust, plekist, hõbedast või messingist kapsleid, mis olid sageli ilustatud (Konsa 1998).

15. sajandil laienes paberi kasutamine. Dokumendile pealepandava pitseri valmistamiseks oli mesilasvaha sobimatu, kuna voltimisel, käsitsemisel ja suhtelise õhuniiskuse kõikumisel vaha pragunes ja pudenes pealt ära. Olukorra lahendamiseks valmistati vahvelpitsereid, kus dokumendile pandi kuum vaha, sellele niisutatud paber ja pressiti jäljend madalareljeefselt graveeritud matriitsiga. 16. sajandil suurenes kaubavahetus Indiaga ja tutvuti senitundmatu materjali šellakiga. Kasutusele võeti väikesediametritelised pealepandavad pitserid (Reid of Robertland ja Ross 1971). 18. sajandiks tõrjus šellak pitserimaterjalina vaha praktiliselt välja.

Dokumendi tühistamise märgina tehti sellele diagonaalne sisselõige, pitserid lõigati ära või murti katki, harva esineb sisselõikeid ka pitseritel (foto1).



Foto 1. Sisselõigetega pärgament

Ripp-pitserid pandi nende kaitsmiseks väikestesse pehmest materjalist valmistatud kotikestesse. Sellised väiksed kotikesed tehti kas pärgamendist, nahast, linasest riidest või siidist ning nende ülaservas oli pael kotikese koomale tõmbamiseks ümber ripp-pitseri nõõri või paela. Valmistati ka metallist hoiutorusid, kus hoiti rulli keeratud dokumenti ja mille metallkarbis pitseriga suleti toru ots (PRO 1996).

## 2.2. Vahapitserite materjal - mesilasvaha

Mesilasvaha (*Cera*) on töömesilase (*Apis mellifica*, *A. carnica*) kõhualuse organi sekreet, metabolismi lõpp-produkt, mida ta kasutab meekärje kannude ülesehitamiseks. Mesilasvaha on enamkasutatud ja stabiilsemaid loodusliku loomse päritoluga vaha.

Mesilastelt saadud vaha puhastatakse termiliselt kasutades keeva vett või auru, et eemaldada sellest mesi, taruvaik, õietolm, väljaheited ja muud vees lahustuvad lisandid. Veet lahustuv lisand eemaldatakse sula vahast filtreerimise või tsentrifuugimise teel. Kuna kare vesi rikub keetmisel vaha, siis lisatakse veele enne keetmist äädikat. Vaharasvad seebistuvad tugevate leeliste toimel, selle käigus estrilised sidemed lagunevad ja tekivad glütserool ning rasvhapete soolad leelistega (seep) (Woods 1994).

Toodetakse kahte liiki vaha:

- 1) kollane vaha (*Cera flava*) ehk naturaalne mesilasvaha;
- 2) valge vaha (*Cera alba*) - saadakse kollase vaha pleegitamisega päikese (UV-kiirguse) käes, aga ka valastamisega kloori või hüperkloritiga, mille tulemusel kollased pigmendid lagunevad.

Vahas lahustuva värvilise ebapuhtuse eemaldamiseks töödeldakse sulanud vaha kas aktiivsöega, alumiinium- või magneesiumsilikaadiga või pleegitatakse päikese käes. Vanim meetod vaha loomulikust kergelt kollakast toonist vabanemiseks on pleegitada mesilasvaha helvestena või õhukeste liistakutena õhu ja päikese käes. Seda meetodit on praktiseeritud juba aastatel 1000 e.m.a. Selline valge vaha oli rabe, kergesti murenev ja halvema nakkuvusega võrreldes pleegitamata vahaga (PRO 1996). Varasemad vahapitserid on valmistatud pleegitatud vahast. Pitserite tugevdamiseks hakati kasutama pleegitamata vaha, vaha värvima ja võeti kasutusele kapslid.

*Mesilasvaha omadused.* Töötlemata, mehaaniliselt puhastatud mesilasvaha sisaldab peale vaha veel õietolmu ja taruvaiku, mis toimib kärjekonstruktsioonis tsemendina. Mesilasvaha on kõva, mittekristalliline, peeneteralise murdepinnaga. Naturaalsel mesilasvahal on kerge mee lõhn, käes soojendades vaha pehmeneb ja muutub plastiliseks samas kleepumata käe külge. Madalatel temperatuuridel on mesilasvaha rabe. Külmana keskmiselt lahustuv polaarsetes ja mittepolaarsetes organilistes solventides ja keetes täiesti lahustuv. Valge vaha on kreemika-luu värvusega, praktiliselt lõhnatu ja maitsetu, kõvem ja rabedam kui töötlemata vaha. Mesilasvaha muutub 32°C juures plastiliseks ja sulab 63°-

64°C juures ja mida sagedamini teda on kuumutatud, seda kõrgemaks muutub sulamispunkt. Jahtumisel jääb vaha plastiliseks veel mitmeks päevaks. Jahtumise ajal moodustub vaha pinnale füüsiliste ümberkorralduste tulemusena vahakirme. Selle moodustumine võib kesta kuni 18 kuud, seevastu kiiresti jahutatud vahal ilmub vahakirme kahe kuuga (PRO 1996).

Mehaaniliselt puhastatud mesilasvaha omadused (Wolfmeier 1996):

- sulamistemperatuur 62-65°C
- happearv 17-24 mg KOH/g
- estri arv 72-79 mg KOH/g

*Mesilasvaha keemiline koostis* on sõltumata piirkonnast üsna konstantne: 14% süsivesinikud, 35% monoestrid, 14% diestrid, 3% triestrid, 4% hüdroksümonoestrid, 8% hüdroksüpolüestrid, 1% monohappe estrid, 2% happe polüestrid, 12% vabad happed, 1% vabad alkoholid, 6% identifitseerimata ühendeid (Bonaduce ja Colombini 2004).

Vahahapped C<sub>22</sub>-C<sub>36</sub> on peamiselt vabad happed, samas kui kõik C<sub>12</sub>-C<sub>20</sub> rasvhapped esinevad estritena. Puhastusprotsessis mesilasvaha keemiline koostis ei muutu (Wolfmeier *et al.* 1996). Kollane vaha sisaldab pigmentidena karotinoide ja vitamiini A.

Rasvhapped on toatemperatuuril viskoossed või tahked, vees lahustumatud ja vähem lenduvad kui madalama molekulmassiga happed. Nende estrid on lenduvad. Süsivesinikel ei ole aktiivseid gruppe ja nad on stabiilsed, nende sisaldus ajas ei muutu. Küllastunud rasvhapped omavad happelist gruppi kui reaktiivset gruppi ja nende kontsentratsioon jääb enamvähem samaks. Süsivesinike hulk on suurem kui rasvhapete hulk (Peris-Vicente *et al.* 2005).

*Lisandid ja värvained.* Värvaine lisati vaha algsel segamisel, kuna selleks on vajalik kõrgem temperatuur kui pitseerimisel. Vahapitseri valmistamisel vaha ei sulatata. Kapsel tehti naturaalsest vahast ja keskele vajutati jäljend värvilisse vahasse. Alates 12. sajandist hakati vaha värvima, peamiselt punaseks ja rohelineks, harvem siniseks või mustaks. Punane värv saadi kinaveri (elavhõbe(II)sulfiid HgS) või hiljem menniku (pliidioksiid Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) lisamisel vahasse, roheline vaserooste (vask(II)atsetaat (CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>Cu) abil. Mustade pitserite puhul on lisatud tahma (süsinik C). Värvainetest kasutati veel tsinkvalget, ultramariini, berliini rohelist (Konsa 1998). Kinaver oli populaarne 8.-14. sajandil, mennik klassitsismi perioodil. Peale nende leidub lisanditena vähestes kogustes rauda, väävlit, elavhõbedat ja alumiiniumi, mille esinemine tuleneb pigmendi ebapuhtusest. Täiteaineteks

olid kriit (kaltsiit  $\text{CaCO}_3$ ), jahu ja teised materjalid. Kaltsiumkarbonaadi lisamine muutis pitserid väga rabedaks (Szczepanowska ja FitzHugh 1999). Vaha tugevdamiseks on lisatud ka juukseid. Pitseri seostamiseks kindla koha või inimesega lisati sellele omanikku iseloomustavaid elemente nagu juukse- ja habemekarvu, vajutati sisse sõrmejälgi jms.

Mõned pitserid on kaetud laki või värviga, mis võib olla lisatud ökonoomsuse pärast vahapitseri pinna värvimiseks või pitseri kuivamisel ilmnunud kahjustuste edasisteks vältimisteks (PRO 1996). Mõned pitserid, mis näivad pruunid, võivad olla algselt olnud rohelised, sest värvaine oksüdeerumine võib värvitooni muuta. Samuti mõjutas värvi valikut pigmendi hind, kuid see on vaid üks tegur.

16. sajandist lisati mesilasvahale kampilit, et muuta jäljendit reljeefsemaks. Samal ajal muutis kampil vaha kiiremini tugevamaks ja rabedamaks, muutes pitseri kergemini kahjustustele vastuvõtlikuks. Kampilit saadakse männivaiku kuumutamisel tärpentini ja vee eraldumiseni. Kampil on helekollane kuni mustjas, klaasjas tahke vaik, mis lahustub hästi orgaanilistes lahustites (alkoholis, atsetoonis, tärpentinis jne), kuid mitte vees. Kampil pehmeneb 40–75°C juures ja sulab temperatuurivahemikus 100–140°C. Koosneb peamiselt abietiinhapetest (kuni 90%) ja teistest vaikhapetest (Kokassar 2001). Kui pitserivahale on lisatud liiga palju kampilit, siis moodustub vaha pinnale iseloomulik puuderjas kirme.

Majanduslikel põhjustel on mesilasvaha asemel pitserite valmistamiseks kasutatud ka parafiini ja küünlarasva segu (PRO 1996). Parafiin on nafta koostisosa, mille kristalliline struktuur on mesilasvahale sarnane. Küünlarasv on tahke lamba või veise rasv ja seda lisati sageli parafiinile plastilisuse suurendamiseks.

Mesilasvaha oli ideaalne ripp-pitserite valmistamiseks. Mesilasvaha on ka üks stabiilsemaid looduslikke materjale.

### **2.3. Lakkpitserite materjal – šellak**

Šellak on Kagu-Aasias (India, Tai, Hiina ja Birma looduses) kasvaval puul elava putuka *Tachardia lacca* eritatav vaik, mis on ainus teadaolev loomne vaik. Putukas joob puu mahla ja siis eritab vaiku, mis sisaldab 60-80% puhast šellakit ja 4-6% šellakvaha. Vaik on alkoholis lahustuv, välja arvatud šellakvaha, mis on külmas alkoholis lahustumatu ja ei reageeri tugevate leelistega (nagu kaltsiumhüdroksiid) (Woods 1994).

*Keemiline koostis:* vahaestrid 70-82%, vabad happed 10-24%, vabad alkoholid <1%, süsivesinikud 1-6%; šellakvaha 1-4%. Rasvhapete segu C<sub>12</sub>-C<sub>18</sub> moodustavad 21-26% kõikidest hapetest ja vahahapped C<sub>28</sub>-C<sub>34</sub>, peamiselt C<sub>32</sub> ja C<sub>34</sub>. Märkimisväärne komponent on trihüdrosüpalmitiinhape 0,5-1%. Kõikide alkoholide hulgas (C<sub>28</sub>-C<sub>32</sub>) domineerib C<sub>28</sub> komponent, moodustades 62-65% sisalduvast alkoholist. Süsivesinikud on 27, 29 ja 31 süsinikuaatomiga.

*Šellaki omadused:* happearv 12-24 mg KOH/g; seebistumine 63-126 mg KOH/g; joodiarv 6-9 g I<sub>2</sub>/100 g; tahkumistemperatuur 58-80°C.

Šellak lahustub alkoholides, glükooleetrites, äädikhappes ja leeliste lahustes, on mittelahustuv alifaatsetes ja aromaatses ühendites. Šellak seob alkoholi lahuses rauda, seetõttu tuleb seda hoida rauavabas keskkonnas (Fiebach ja Kraemer (1993), Wolfmeier *et al.* (1996)).

1 kg šellaki tootmiseks on vaja 150 000 putukat. Šellak on termoplastiline, kõva kollasest pruuni värvuseni materjal, mille omadusteks on suur mehaaniline tugevus, vastupidavus kulumisele, elastsus ja hea adhesioon. Need omadused teevad ta sobivaks pealepandava pitseri materjaliks. Šellakit turustatakse helveste või pulga kujul, koos või ilma keskel oleva tahita, mis pannakse põlema ja sulatab šellakit, et seda saaks tilgutada dokumendile (PRO 1996).

Kirjalakk on segu looduslikest vaikudest - šellak, dammaravaik ja kampil. Vaigud sulatatakse, lisatakse tärpentiini, värvimulda ning täiteainena kriiti ja kipsi. Pealepandavad kirjalaki pitserid olid peamiselt kahte värvi, punane ja must. Pitserilaki puuduseks on rabadus (Konsa 1998).

## **2.4. Pitserite kahjustused**

Põhilised pitserite kahjustused on füüsilis-mehaanilised, bioloogilised ja keemilised.

*Füüsilis-mehaanilised kahjustused* on põhjustatud peamiselt halvast hoidmisest ja käsitlemisest. Mehaanilised kahjustused võivad tekkida pitseri transportimisel, kui see on eelnevalt kaitsmata liikumise poolt tekkida võivate kahjustuste eest. Hooletul käsitlemisel kahjustuvad pitserid ka teda dokumendiga ühendavad paelad ja nõõrid. Füüsilis-mehaaniliste kahjustuste teket soodustavad ka bioloogilised ja keemilised kahjustused, kuna nad nõrgendavad füüsilist tugevust. Pealepandud pitserid võivad käsitlemisel, lehe

pööramisel sageli praguneda ja tükid ära pudeneda. Kuna vaha ei seostu hästi paberi ja pärgamendiga, siis on pealepandud vahelpitserite vaha tavaliselt alusmaterjalist lahti ja tükkideks mõranenud. Mustus ja tolm võivad kulutada vaha pehmet pinda ning kahjustada kujutist. Ülekuumutatud vaha, kas siis pitseri valmistamisel või parandamisel, võib mõjutada vaha kvaliteeti, vähendades selle plastilisust ja tehes ta rabedaks.

*Bioloogilised kahjustused.* Värvained, mida kasutati vaha värvimiseks, toimivad kui fungitsiidid. Putukate põhjustatud kahjustused esinevad just naturaalsel mesilasvahal. Mikroorganismid võivad toituda väikestest valgu hulkadest, mis leiduvad vahapitserites. Mesilasvaha söövad vahakoi ja samad putukad mis pärgamentigi.

*Keemilised kahjustused.* Valgest vahast pitserid (a 1200-1600) muutuvad vananedes kihilisteks ja pudedateks, mõnikord peaaegu sõmerjateks ja kergesti tükkideks lagunevateks. valge vaha saadi naturaalse mesilasvaha pleegitamisel päikesevalguses, mille ultraviolettkiirguse toimele vaha värvilised ühendid oksüdeerusid. Selle tulemusena on valges vahas suurem hüdroksüülrühmade sisaldus. Kahjustumisel tekkivate lendavate ainete eraldumine võib põhjustada valge vaha kihilist-helbelist tekstuuri ning murenemist (Woods 1994).

Valmistamisprotsessis lubja kasutamise tulemusena on pärgamendis suur kaltsiumi varu. Uurimine on näidanud, et valged pitserid on keskelt, kus vaha puutub kokku pärgamentpaelaga, pudedamad kui servadest, kus kokkupuudet ei ole. Siit võib järeldada, et pärgamendiriba, mis sisaldab endas nii lupja kui vett (pärgament on hügrokoopne), mõjutab vaha seebistuse laadselt. Happesuse mõõtmise tulemused pärgamendipaela pinnalt on näidanud, et pitseri sees olnud paelal on pH alla 4 (happeline) ja vahaga kokkupuudet mitteomaval osal üle 7,5 (aluseline) nagu tavalisel pärgamendil. Valged pitserid on sageli üleni kihilised ja muredad. Võimalik, et pärgamendid, mida on hoitud kokkuvoldituna nii, et pitserid on nende vastas või sees, neutraliseerivad vahas olevaid happeid. See on aeglane protsess, kuid võib olla piisav, et põhjustada hüdrolüütilisi muutusi vahas. Pärgamendist valmistatud kotid, milles pitserit hoiti, ja ribad, millega pitser on ühendatud dokumendiga, võivad põhjustada vaha kahjustumist.

On täheldatud, et punased ja rohelised pitserid ei kahjustu eelpool kirjeldatud viisil. Kasutatud pigmentide metallühendid reageerivad vahaestritega moodustades stabiilseid komplekse, mis inhibeerivad vaha hüdrolüüsi. (Woods 1994)

Liiga kõrge, madal või pidevalt kõikuv temperatuur toimib vahale ebasoodsat. Aja jooksul kaob vahast väike hulk lenduvat materjali, mis on ilmselt põhjuseks, mis leiab aset pinna oksüdeerumine. Vaha pinnale tekib valkjass kiht – vabade rasvhapete kristallisatsioon, mis on tingitud vaha komponentide polümorfsetest muutustest. Anorgaaniliste pigmentidega värvitud vahal ja nendel pitseritel, mille pinda oli puhastatud taruvaigu lahusega, kristallisatsiooni pitseri pinnal ei täheldatud. Uurimine GC/MS ja DTMS-ga näitas, et kristallikiht sisaldab peamiselt alkeene (78%) 33, 31, 35 ja 32 süsinikuaatomiga, peale nende veel alkaane ja monoestreid. Looduslik alkeenide sisaldus mesilasvahas on madal (5-6%). Küllastamata süsivesinike fraktsioon mesilasvaha pinnal ilmneb allpool temperatuuri vahemikku 12°-16°C. Alkaanid ja alkeenid on madalaima sulamispunktiga (34°-35°C) mesilasvaha komponendid, toatemperatuuril vedelikud. Võimalik, et alkeenid on mesilasvaha plastifikaatorid, mittelenduv solvent. Sulamistemperatuuri ja kristalliseerumistemperatuuri erinevus on seletatav alkeenide allajahutatud vedela olekuga. Edasisel jahutamisel see allajahutatud vedelik muutub tahkeks kristalliliseks. Selletõttu on 16°C minimaalne soovitatav hoiutemperatuur vahast pitseritele (Novotná ja Dernovšková 2002).

### 3. TINDID PÄRGAMENDIL

Tindi olulised omadused on toonitugevus ja püsivus. Tintide põhikomponentideks on värvaine, sideaine, lahusti, aga ka värvikinnisti, niiskusesäilitajad ja täiteained (PRO 1996).

Pärgamendile kirjutati raudgallustindiga, kuna juba ammu oli teada, et süsiniktint on pärgamendi pinnal ebapüsiv (Woods 2006). Pärgamendil süsiniktint pragunes, tekkinud helbed irdusid pinnalt. Ka oli süsiniktint vees lahustuv ja kergesti mahapestav. Süsiniktindi veekindlaks muutmiseks lisati sellele raudsulfaati (PRO 1996).

#### *Raudgallustint*

Raudgallustint oli kasutusel alates 2. sajandist kuni 20. sajandi alguseni, kohati keskpaigani. Raudgallustindi koostisse kuuluvad gallotanniinid, vitriol ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Cu}_2\text{SO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ), mis moodustab koos tanniinidega värvaine, vesi ja sideainena kummiaraabik. Lisada võidi veel pigmente, veini, õlut, uriini, äädikat. Tinte valmistati

põhiliselt kolme meetodi järgi: kiire meetod (komponendid peenestati ja segati kokku), keetmise meetod ja kääritamise meetod. Komponentide massi või ruumala suhe oli varieeruv. Gallotanniine (gallustanniinhappeid) saadi galluspähklitest või erinevate puude koorest (tamm, kastan, äädikapuu jt). Puu koorest valmistatud tint oli vähem stabiilne ja hallika tooniga. Gallustanniinhape moodustab veega reageerides gallushappe. Gallushappe ja raudvitrioli reageerimisel vee ja õhu juuresolekul tekib algul värvusetu veeslahustuv Fe(II)gallaat, mis edasisel oksüdeerumisel moodustab õhuhapniku toimeel vees lahustumatu purpurmusta värvusega Fe(III)pürogallaadi. Raudgallustint oli populaarne just tähtsate kirjade ja ametlike dokumentide kirjutamisel, kuna oli alusmaterjali „sisse põletav“ ja kirjutatud teksti oli väga raske kustutada või võltsida.

#### *Tindikorrosioon*

Tindikorrosiooni kiiruse ja ulatuse määrab Fe(II) ühendite sisaldus. Mida rohkem on raudvitrioli võetud liias võrreldes galluspähklitega, seda ulatuslikum korrosioon. Tindikorrosiooni ja alusmaterjali lagunemise peamiseks põhjuseks on vabade radikaalide teke, mis käivitab ahelreaktsiooni (Lehtaru 2006). Tintide koostises olevad Fe(II) ühendid etendavad kollageeni hüdroolüüsil ja oksüdatsioonil katalüsaatori rolli, kahjustades seeläbi pärgamenti. Tindis olevad happed põhjustavad happelist hüdroolüüsi. Oma aluselisuse ja suure kaltsiumkarbonaadi sisalduse tõttu on pärgament raudgallustindile paremini vastupidav kui paber.



## II AJALOOARHIIVI PÄRGAMENDIKOLLEKTSIOONI KONSERVEERIMINE JA SÄILITAMINE

### 1. ÜLEVAADE AJALOOARHIIVI PÄRGAMENDIKOLLEKTSIOONIST

Pärgamendikollektsiooni kuulub 1581 pärgamentalusel säilikut 45 erinevast fondist. Suuremate pärgamentalusel säilikute arvuga fondid on toodud tabelis 2. Ülejäänud fondidest pärinevate pärgamentalusel säilikute arv jääb alla 10.

Tabel 2. Säilikute arv fonditi

Fond	2069	854	1862	2057	1000	957	2476	995	2062
Säilikute arv	705	478	86	77	43	37	24	20	14

Kollektsiooni kuulub vanim Ajalooarhiivi säilik aastast 1240. Säilikute vanuseline jaotus on tabelis 3.

Tabel 3. Säilikute vanuseline jaotus

Sajand	13	14	15	16	17	18	19
Säilikute arv	15	43	294	671	305	194	59

Pärgamenti peeti tugevaks ja kvaliteetseks kirjutusmaterjaliks, mida kasutati selliste dokumentide loomiseks, mida peeti väga olulisteks ning sooviti säilitada pikka aega. Nendel on õiguste ja privileegide kinnitused, millele viidati oma õiguste kaitsmiseks. Valdusõiguse tunnistamise kõige tähtsamad dokumendid. Need olid omal ajal esmased õiguslased dokumendid ning neid hinnati väga kõrgelt. Pärgamendil on ostumüügilepingud, testamendid, auaadressid, aadlidiplomid, nendel esineb asulakohtade esmanimetamisi. Seetõttu on pärgamentarhivaalid suure ajaloolise väärtusega juriidilised, õiguslased dokumendid. Pärgamendile kirjutati ka ülejäänud ühiskonna korda ja kohustusi reguleerivad reeglid, võimukandja korraldavad dokumendid ning linnade privileegid. Nende säilimine oli oluline algallikale viitamiseks. Selleks neid ka koguti. Tänapäeval need dokumendid enam ei kehti. Need on väga olulised meie kultuuriloos ja ajaloos, neist on

palju ümberkirjutisi ja publikatsioone. Dokumendid on põhiliselt alamsaksakeelsed, mõned ladinakeelsed ja prantsusekeelsed, hilisemal perioodil venekeelsed.

Kollektsioon on kujunenud erinevate isikute ja organisatsioonide kogumise tulemusena. Nende arhiivid on ostmise või üleandmise teel jõudnud praegusesse Ajalooarhiivi, kus korrastamisel pärgamendid eraldati paberalusel säilikutest ja kujunes eraldi kollektsioon. Algselt hoiti pärgamentdokumentide kokkumurtuna, tekstipool seespool. Kasutamise hõlbustamiseks ja voltimisest tulenevate kahjustuste vältimiseks hoiustatakse dokumente sirutatuna.

Järgnevalt ülevaade pärgamentalusel dokumente sisaldavatest organisatsioonide ja isikute arhiividest.

#### *Fond 854 - Eestimaa Rüütelkond*

Eestimaa Rüütelkond kujunes välja Taanile kuuluvate Harju- ja Virumaa vasallidest, kes juba 13. saj liitusid korporatsiooniks oma seisuslike eesõiguste kaitseks. Kui Taani müüs oma valdused Põhja-Eestis 1346. a Liivi ordule, säilitas Harju-Viru vasallkond oma senised õigused. Vene-Liivi sõja ajal alistus Põhja-Eesti Rootsile. Kuningas Erik XIV poolt Harju, Viru ja Järva rüütelkondadele antud privileeg kindlustas seniste tavade ja seaduste kehtimise. Johann III liitis Harju-, Viru-, Järva- ja Läänemaa ühtseks territooriumiks ning 1584. a laiendas Harju-Viru vasallidele kuuluvad õigused ka Järva- ja Läänemaa vasallidele. Sellest ajast eksisteerib juba Eestimaa Rüütelkond. Iga uue riigivalitseja puhul taotles Eestimaa Rüütelkond oma seniste õiguste, privileegide ja tavade kinnitamist. Kubermangu siseelu kõigi alade juhtimine ja korraldamine oli jäetud siinse aadli hoolde, tema käes oli maa administratsioon, politsei ja kohus. Võimudualism kestis 1880. a-te II pooleni, kui Vene tsaar Aleksander III ei kinnitanud Balti aadli privileege. Eestimaa Rüütelkond kui aadli omavalitsusorgan likvideeriti lõplikult Eesti Asutava Kogu poolt 09.06.1920 vastu võetud seisuste kaotamise seadusega. Siis riigistati Eestimaa Rüütelkonna maad ja varad tunnistati riigi omandiks. Rüütelkonna arhiivis kogutud ja rüütelkonnale üleantud materjalid: kuningate antud privileegid, maade lääni- ja kinkekirjad, mõisate ostumüügi, pandi- ja rendilepingud, testamendid, määrused, kirjad, palvekirjad (Leppik 2003). Likvideerimise järel arvati arhiiv Riigiarhiivi juurde Tallinnas. Arhiivi üleandmine Tartusse Riigi Keskarhiivile (praegune Ajalooarhiiv) toimus 1923-1935. aastani. Keskarhiivi 1935. a aruandest nähtub, et Eestimaa Rüütelkonna fondist on deponeeritud

arhivaale Eestimaa Kirjanduse Seltsile Tallinna, mis praegu asuvad Tallinna Ajaloomuuseumis (EAA f 854, n 2 eessõna).

*Fond 957 - Saaremaa Rüütelkond*

Saaremaa Rüütelkond oli rüütlimõisate omanikest koosnenud avalik-õiguslik korporatsioon oma seisuslike õiguste kaitseks. Pärast Saaremaa vallutamist 1227. a jagati Saaremaa ordu ja Saare-Lääne piiskopi vahel. Saare-Lääne piiskopkonda kuulus suurem osa Saaremaast, Hiiumaast ja Läänemaast ning osa Pärnumaast. 1559. a müüs Saare-Lääne piiskop oma valdused Taani kuningale. 1645. a läks Saaremaa Rootsi ja 1710. a Vene võimu alla. Saaremaa Rüütelkonna arhiivimaterjalide hulka kuuluvad ilmalike ja vaimulike valitsejate antud privileegid, läänikirjad, aadlidiplomid antud Saare-Lääne piiskoppidele, vasallidele ja Saaremaa Rüütelkonnale, sealhulgas Taani kuninga loobumiskiri oma õigustest Saaremaale ja Läänemaale piiskop Hermannil kasuks 1251. a ja leping Saaremaa Taani valdusse ülemineku kohta 1559.a (1251-1856) (Leppik 2003).

Nimistu 2 olevad 16 pärgamentürikut saadi O. von Mölleri käest. 6 pärgamentürikut kuulusid Palmse ja Vigala mõisatele, ülejäänud ürikud teistele mõisatele. Ürikud aastaist 1461-1641 käsitlevad maaomandi kuuluvust ja kasutamist, pärandamist, võla- jt. küsimusi. Fondi korrastamise käigus 1934. a liideti 5 pärgamentürikut fondi 1690-ga (EAA f 957, n 2 eessõna).

Linnaomavalitsused:

Fond 995 - Tartu magistraat

Fond 1000 - Pärnu magistraat

Isikufondid:

Fond 1862 - Perekond Stackelberg

Fond 2057 - Perekond Wrangell

Fond 2062 - Kukuruse mõis

*Fond 2069 - Kukuruse mõisa ürikute ja pitserite kogu*

Kukuruse ürikute kogu rajaja on Karl Gustav von Toll (1723-1813). Edasi täiendasid seda ajaloolane parun Robert von Toll (1802-1876) ja Eestimaa Rüütelkonna sekretär parun Harald von Toll (1848-1909). Selles kogus leiduvaid dokumente kogusid Tollid osalt ostu teel, osa kingiti neile. Ürikud käsitlevad Eestimaal, vähemal määral Liivimaal ja mujal asuvate maade ostu-müügi, pandi- ja rendilepingud, testamendid, päranduse jagamise

lepingud, kuningate kinkekirjad maavalduste kohta, aadli- ja majoridiplomid, kohtuotsused jms. Nimistu 1 on säilikut 1-83 pärgamentürikud (EAA f 2069, n 1 eessõna).

Septembris 1935. a teatas Benno Toll Riigi Keskarhiivi (praeguse Ajalooarhiivi) direktorile Otto Liivile kavatsusest müüa 7500 krooni eest Kurkruse mõisa von Tollide ürikute kogu, riigil oli ostu eesõigus. Otto Liiv andis kogule järgmise hinnangu: ... *Kurkuse kirjakogu on kujunenud tähtsamaks ajalooliste dokumentide erakoguks Eestis. Seal asuvad sajad keskaegsed pärgamentürikud, neist vanim aastast 1325. Peale selle on kogu väga rohkesti ordu ja rootsiaegseid ürikuid ning muid ajaloolisi dokumente, raamatuid ja pitsatite jäljendite kogu. Kogu on väga hästi alalhoitud, pappkastides, pitsatid kaitstud, ja asub praegu muinsuskaitse alla võetuna ja kronoloogiliselt korrastatuna Eestimaa Kirjanduse Seltsi raamatukogu ruumides Tallinnas...* Suurem osa pärgamentürikuid on trükitud avaldatud, kuigi sageli ebatäiuslikult ja vigaselt (EAA f 661, n 1, s 217, l 134-138). Kukuruse kirjakogu müüdi 5000 krooni eest 1935. a oktoobris Haridus- ja Sotsiaalministeeriumi teaduse ja kunsti osakonnale (kellele arhiiv allus). Kogu toodi Riigi Keskarhiivi. Nendest 608 olid pärgamentürikud. Kukuruse ürikute kogu võeti ENSV Riigi Keskarhiivi Tartu filiaalis (endine Riigi Keskarhiiv) arvele 27. märtsil 1947. a korrastamata materjalina.

#### *Fond 2476 - Krusensterni ürikute kogu*

Selle fondi puhul on tegu 1941. a Tallinnas Saksa Saatkonna rusude alt keldrist leitud ja päästetud dokumentidega. Leidjaks oli Georg von Krusenstern (kelle ülesandeks oli muu hulgas ka baltisaksa ümberasujate mahajäänud kultuurivarade saatuse väljaselgitamine ja päästmine). Tegemist ei ole tema poolt kogutud dokumentidega. Kogu korrastamisel moodustati fond nimega „Krusensterni ürikute kogu“ (EAA f 2476, n 1 eessõna).

## **2. PÄRGAMENDIKOLLEKTSIOONI KONSERVEERIMINE**

Konserveerimiseetika järgi peaksid kõik artefaktide töötlemise protsessid olema pööratavad. See tähendab, et kõik objektis keemiliste ja füüsikaliste meetoditega tekitatud muutused peaksid olema kergesti eemaldatavad. Pööratavuse printsiibi järgimine on oluline juba seetõttu, et kõik protseduurid ja materjalid, mida conserveerimisel on kasutatud ja

kasutatakse, ei pruugi olla vananemisele vastupidavad ning see võib selguda alles hiljem. Kui mingi aja möödudes avastatakse, et kasutatud parandusmaterjal kahjustab objekti või kiirendab selle vananemist, peab olema võimalik viia objekt uuesti töötlemiseelsesse seisundisse. Pööratavuse printsiibi järgimine nõuab nii objektide kui konserveerimismaterjalide ja protsesside keemilise ja füüsilise olemuse ja vananemisel toimuvate muutuste tundmist. Tegelikult ei ole ükski protsess täiel määral pööratav. Õigem on püstitada eesmärk mitte teha midagi, mida saab jätta tegemata. Paljud viimase 40 aasta jooksul kasutatud pärgamendi restaureerimise meetodid on olnud mitte-pööratavad, sobimatud ja objekti kahjustavad.

Pärgamentalusel säilikuid on konserveeritud ja puhastatud erinevatel aegadel. Võimalik, et esmast puhastamist tegid juba omanikud, kolleksionäärid või organisatsioonide arhivaarid. Eesti NSV Riiklikus Ajaloo Keskarihiivis (praegune Ajalooarhiiv) tegeles pärgamentide konserveerimisega aastatel 1964-1989. a konservaator Ants Laivo. Konserveerimistööd telliti ka AGU-EMS konserveerimislaborist, Tartu Ülikooli Raamatukogu hügieeni- ja restaureerimisosakonnast, Vabariiklikust Restaureerimiskeskusest (praegune Kanut) ja Üleliidulisest Muuseumide Kunstiväärtuste Konserveerimise ja Restaureerimise Teadusliku Uurimise Kesklaboratooriumist Moskvast. A. Laivo poolt täidetud konserveerimisprotokollid on väga nipsisõnalised ja ei kajasta kasutatud meetodikat põhjalikult. Konserveerimislabor AGU-EMS iga pärgamendi kohta konserveerimisprotokolle ei täitnud, küll aga on olemas kasutatud meetodika kirjeldus. Kirje teostatud konserveerimistöö kohta on märgitud säiliku juures olevale kinnituskirje lehele.

Varasemates konserveerimistöödes kasutati pärgamendi märgpuhastamisel ja niisutamisel vett. Niisutatud pärgamendid kuivatati pressis filterpaberite või viltide vahel. Konserveerimislaboris AGU-EMS niisutati pärgamente veeauruga kliimakambris ja kuivatati venitusraamil kerge pingel all. Jäiga pärgamendi pehmendamiseks kasutati kas karbamiidi ( $\text{H}_2\text{NCONH}_2$ ) 10%-list lahust või lanoliinemulsiooni, mis sisaldas lanoliini, glütseriini, lasteseepi, vett ja etanooli (Nagel 1985). Paljudki pärgamendid võivad olla korduvalt konserveeritud.

Aastal 2000 algatati Ajalooarhiivis pärgamendiprojekt eesmärgiga parendada pärgamendikollektsiooni säilitustingimusi ning tagada nende kasutatavus. See hõlmas endas nende konserveerimist lähtudes minimaalse sekkumise printsiibist, vanade ümbriste

väljavahetamist arhiivipüsivast materjalist ümbriste vastu, mikrofilmimise teel tagatis- ja kasutuskooopiate valmistamist ning paigutamist kontrollitud keskkonnaga hoidlasse. Kasutuskoopiad vähendavad originaaldokumentide kasutamisest, transportimisest ja keskkonnavahetusest tulenevaid kahjustumise riske. Seni asus kogu Ajalooarhiivi amortiseerunud kitsukeses hoidlas, kus puudus võimalus reguleerida keskkonnatingimusi.

Pärgamendiprojekti tööde planeerimiseks teostati esmalt olemikontroll ja säilikute mõõtmine. Konserveerimistööd teostas Eve Keedus ajavahemikus juuni 2001- märts 2006 a. Ajavahemikul juuni-september 2001 a osales konserveerimistöodes ka Kaidi Uibu. Konserveerimisel iga pärgamendi kohta eraldi konserveerimisprotokolli ei koostatud, kuna metoodika oli kõikide pärgamentide puhul samane ja lisati lõpuaruandesse.

## 2.1. Tintide ja pigmentide kontroll

Esmalt tehti kindlaks, kuidas on tint ja pigmendid pärgamendil kinnistunud, kas esineb pragusid või irdumist. Mõningatel juhtudel oli hele punakaspruun tint niivõrd lahtine, et võis täheldada tindi muutumist tolmuks, ka õrn pintsliga puhastamine üle teksti oleks tindi laiali pühkinud. Nõrgalt seotud oli ka Eestimaa Rüütelkonna arhivaari poolt mustja raudgallustindiga kirjutatud numbrid ja tekst pärgamendi tagaküljel. Kõik kindlakstehtud tindid olid raudgallustindid, kaasa arvatud 1940-50-ndatel Eesti NSV Riiklikus Ajaloo Keskarihivis (praegune Ajalooarhiiv) kirjutatud arhiiviviit (fotod 2, 3).

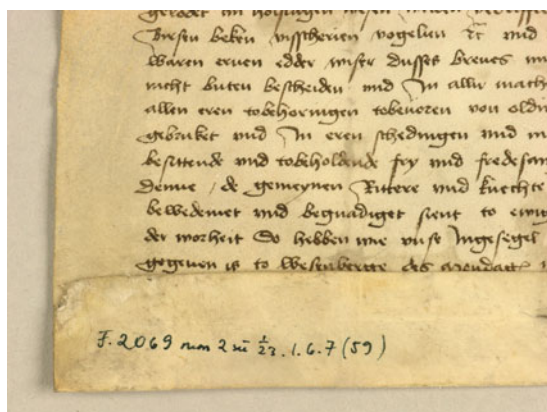


Foto 2. Kujutis nähtava valguse käes

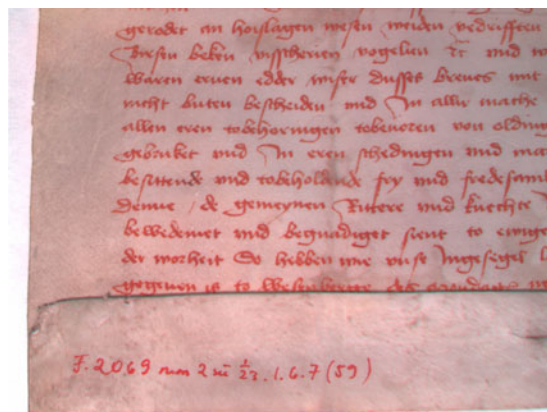


Foto 3. Kujutis IP fotospektromeetri

valguses. Kujutise saamisel on kasutatud

digitaalset kaamerat ARTIST (Art Innovation, Holland), mille abil on raudgallustindid jälgitavad punasena. Foto autor István Kescheméti (EVTEK, Soome).

Tinte ja pigmente konserveerimise käigus ei kinnitatud, kuna kiudude lokaalne katmine põhjustab tasakaalutust pärgamendi hügrokoopsetes omadustes. Võivad tekkida pinged ja deformatsioon.

## **2.2. Puhastamine**

Kõikide pärgamentide puhtust kontrolliti. Varasemal ajaperioodil restaureeritud pärgamendid kuivpuhastati vastavalt vajadusele, kuna pärgamentide sagedasest puhastamisest tasub hoiduda. Puhastusviisina eelistati lahtise mustuse ja tolmu eemaldamist pehmete kummide ja pintslitega. Isegi kuivpuhastamine võib põhjustada kahjulikke tagajärgi, eemaldada viimistluskihti ja kiudusid, muutes pinna karedaks ja mustusele altiks. Määrumata pärgamentide servad puhastati kergelt kuivpuhastuskäsna (lateks) või mikrokiudlapiga. Kuivpuhastuskäsn on valmistatud vulkaniseeritud kummist ning seob endaga efektiivselt tolmu, tahma jms tekitamata kummipuru. Kui tindi seisund võimaldas, siis puhastati kuivpuhastuskäsnaga õrnalt ka üle teksti. Pärgament on elektrostaatiline, tõmbab tolmu ja kummipuru külge. Kuivpuhastamise lõpetades kontrolliti, et pärgamendi külge ei jääks kummiosakesi, kuna need sisaldavad väävlit ja võivad aja jooksul materjali kahjustada.

Kokkuvolditud pärgamentsäilikud avati niisutades murdekohti esmalt murde seest ja seejärel väljast 80%-lise isopropanooli vesilahusega niisutatud vatipulgaga. Pinnapealne kõva mustus, nagu kärbseekskremendid jms eemaldati skalpelliga enne mehaanilist puhastamist. Puhastamisega eemaldati lahtine ja poolkinnine mustus. Tugevaid kustutuskumme ega tugevalt kraapivaid vahendeid (liivapaber jms) ei kasutatud. Tugevalt seotud mustust ei eemaldatud.

Lakkpitserid puhastati lahtisest mustusest harjates pehme pintsliga. Vajadusel puhastati niiskelt vees niisutatud vatipulgaga. Vahapitserite lahtine mustus eemaldati harjates pehme lühikarvalise pintsigi. Vahapitserite suhteliselt pehme pind akumulereb kergesti mustust ja tolmu, mida ei ole kerge maha harjata. Kinnise mustuse eemaldamiseks kasutati vett või vajadusel 60%-list isopropanooli. Niisutatud vatiga puhastati õrnalt, vältides pikemaajalist hõõrdumist. Üleliigne vedelik eemaldati puuvillavati tupsuga ja lasti pitseril kuivada.

Pitserite pärgamentribad puhastati sarnaselt pärgamentsäilikutega, siidipaelad ja punutud nõõrid puhastati õrnalt harjates. Väga mustad siidpaelad pesti vee ja süntaanoliga (pindaktiivne aine) kattes pärgamendi eelnevalt kilega ja hoolega jälgides, et pärgamendile ei satuks vett. Puidust kapslid puhastati kuivalt kummiga ja niiskelt veega niisutatud vatitampooniga.

Pitserid puhastati harjates pehme lühikarvalise pintsliga. Vajadusel puhastati vee või alkoholilahusega niisutatud vatipulgaga.

Hallituskahjustusega pärgamente ühegi fungitsiidiga ei töödeldud. Fungitsiididega töötamisel käib kaasas tõsine risk desinfitseerija ja säiliku kasutaja tervisele ning keskkonnale. Mõned neist põhjustavad samuti tugevat pärgamendi värvusemuutust (Woods 2006).

Kuivpuhastatud pärgamentsäilikud kas paigutati ümbristesse või vajadusel töödeldi edasi niiskelt.

### **2.3. Niisutamine ja sirutamine**

Aja jooksul on pärgament muutunud jäigemaks, tal võivad olla erinevat liiki ja ulatusega kahjustusi. Sellise pärgamendi edasine kasutamine ja hoidmine kokkumurtuna on ebamugav ja võib põhjustada materjalile ja tintidele/värvidele kahjustusi.

Pärgament on tundlik polaarsete ainete nagu vesi ja vesilahused suhtes, mis etendavad suurimat kahjustavat riski pärgamendile. Konserveerimisel kasutatakse mittepolaarsed või madala polaarsusega lahusteid ning veeauru (Woods 1995). Pärgamendi niisutamiseks on enamkasutatud isopropanooli, aga ka etanooli ja n-butanooli lahuseid (Fessas *et. al* 2000). Isopropanooli (91 vol% vees) pindpinevus 20°C juures on 21,40 N/m; vee pindpinevus aga 72,75 N/m (Papa 1993). Võrreldes etanooliga on isopropanool vähem hüdrofiilne, madalama polaarsusega, tema molekul on suurem, tal on kõrgem keemistemperatuur, madalam lenduvus ja ta aurustub aeglasemalt. Pärgamendi niisutamiseks kasutatakse 80%-list isopropanooli vesilahust. Sellises vahekorras segu on aseptroopne (kahe üksteises lahustuva vedeliku teatud kindla koostisega segu, mis destilleerub muutumatul keemistemperatuuril) – alkohol ei aurustu ära jättes vett alles. See lahus on tugevalt niisutav, hoides samaaegselt vee niisutava toime madala. Isopropanooli lahusega



niisutatud pärgamendi kiud ei tõmbu ega kleepu kuivamisel kokku nagu vesi seda põhjustab (Woods 1995).

Painduvad deformatsioonita kokkumurtud pärgamentsäilikud niisutati nende sirgestamiseks lokaalselt murdekohtades 80%-lise isopropanooliga. Niisutatud kortsu või voldikohta mõjutati sõrmedega kergelt venitades paar minutit. Seejärel asetati pärgament filterpaberite vahele, pandi peale kerge raskus ja jäeti kuivama. Vahepeal vahetati filterpabereid.

Jäigad ja deformeerunud (kokkutõmbunud alade, lainelisuse, voltidega, kuivanud servadega) pärgamentsäilikud niisutati tervikuna gore-texi vahel 80%-lise isopropanooliga 3-4 tundi. Gore-tex on konserveerimise abimaterjal, kus ühel pool on õhuke vildi ning teisel pool membraanikiht, mis laseb vedelikke läbi vaid auruna (Singer 1992). Nii saavutati aeglane ja ühtlane niiskumine, ilma et niisutatav objekt puutuks kokku vedelikuga. Tindid ja pigmendid testiti enne töötlust. Niisutatav pärgament asetati gore-tex'i vahele, sellele asetati niisutatud filterpaberid ning kaeti kilega (fotod 4 ja 5).



Fotod 4 ja 5. Kaksikleheline pärgament enne konserveerimist ja gore-texi vahel niiskumas (EAA f 1862, n 4, s 150)

Isopropanool tungib hästi pärgamendi kiudude vahele ja katab neid just nagu õlitades, lastes kiududel üksteise suhtes liikuda (Woods 1995). Niiskena kiudude võrgustik lõdvestub ja pinge all kuivades tõmbub kokku sirgestades kortsud. Niisutamiseks vajalik alkoholi kogus ja aeg sõltub pärgamendi jäikusest ja kaalust. Niiskumist kontrolliti käega katsudes, kui pärgament oli lõdvestunud, pisut jahe, pehme ja parajalt niiske, võeti ta gore-texi vahelt kompressist välja. Niiskelt pärgamendilt eemaldati 80%-lise isopropanooliga niisutatud vatitampooniga mõningad kinnise mustuse plekid. Niiske pärgamendi servadesse

pandi papiribad ja klambrid, mille paelte otsas oli takjapael ning nendega asetati pärgament raamile kuivama (foto 6). Raamina kasutati piisavalt suurt siledat laminaatplaati, millele kinnitati isekleepuva takjapaela ribad. Kuivamine kestis ööpäev.

Kui üleni niisutamist ja sirutamist vajab pealepandud pitseritega (vahvelpitser või lakk-pitser) pärgament, siis kasutati gore-texi kompressis niisutusvedelikuna vett ja pitser kaitsti niiskuse eest kilega. Pitserid pehmenevad ja luituvad kokkupuutel alkoholidega. Konserveerimise käigus niisutati üleni ja sirutati raamil 400 pärgamentsäilikut.



Foto 6. Pärgament kuivamas  
(EAA f 1862, n 4, s150)

Lahtise tindiga pärgamentsäilikud piserdati 80%-lise isopropanooliga. Värvilisi illustratsioone sisaldavate pärgamentsäilikute niisutamisest püüti hoiduda, kuna pigmendid on enamasti tundlikud nii veele kui alkoholilahustele. Möödapääsmatul vajadusel niisutati värvilisi illustratsioone sisaldavaid pärgamente lühiajaliselt 80%-lise isopropanooliga läbi gore-texi pidevalt kontrollides pigmentide lahustuvust.

Väga jäigad ja tugevalt kahjustunud pärgamendid ja millel olid kokkukleepunud voldid, pehmendati niisutamise keskel pehmenduslahusega, mida pihustati otse gore-texi vahel niiskuvale pärgamendile, õrnalt avati siluri abil kokkukleepunud voldid, venitati sõrmedevahel sirgemaks, jäeti veel niiskuma ja kuivatati raamil (fotod 7-10). Pehmenduslahus sisaldas: 48% vett, 48% etanooli, 2% karbamiidi ja 2% naatriumkloriidi.

Märgtöötluse järel vajab pärgament aega stabiliseerumiseks. Parima tulemuse saab töötades keskkonnas, mis vastab pärgamendi hoiutingimustele. Enamasti on eeltoodud meetodid kogu töötlus, mis on vajalik kokkuvolditud või kortsunud pärgamendi avamiseks mikrofilmimiseks ning säilitamiseks ettevalmistamisel.



Fotod 7 ja 8. Pärgament enne ja pärast konserveerimist (EAA f 2069, n 2, s 88). Pärgamendil oli tugev veekahjustus, kokkukleepunud voldid, plekid, närilise kahjustus, muutunud poolläbipaistvaks. Enne konserveerimist oli pärgamenti raske avada.

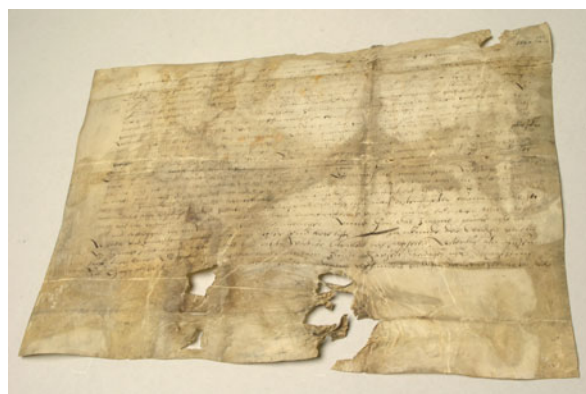


Foto 9 ja 10. Lähivõtte veekahjustusega pärgamendi kahjustunud kohast ja üldvaade pärast konserveerimist (EAA f 2069, n 2, s 616)

## 2.4. Parandamine

Väikeste aukude, puuduvate osade või rebendite parandamine ei ole tavaliselt vajalik. Augud ja rebendid ei kujuta pärgamentdokumendi kasutamisel märkimisväärset riski füüsilisele kahjustusele, seetõttu neid konserveerimise käigus ei parandatud. Ka ei parandatud dokumendi tühistamise märgina tehtud tahtlikke sisselõikeid. Kui pärgament siiski vajab parandamist, siis selleks on nii liimi kui liimituid tehnikaid.

Liimitu parandamise viis on lõhede või rebendite niidiga kinniõmblemine, mida kasutati ka pärgamendi valmistamisel. Konserveerimisel õmmeldi allservas olevad rebendid kinni, kuna rasked ripp-pitserid võivad dokumendi käsitlemisel põhjustada materjali edasi rebenemist. Liimühendusest lahti olevad pärgamendilehed liimiti uuesti kokku 12%-lise želatiinliimiga. Vajadusel parandati rebendid kasutades jaapani paberit ja 12%-list želatiinliimi. Želatiinliim valmistati puhtast  $\beta$ -tüüpi želatiinist bloomi numbriga 150-250 (plastilisem). Liim kanti toetavale (paiga) materjalile õhukeselt ja sobival temperatuuril vältimaks liimi läbitungimist pärgamendist ja muutumist läbipaistvaks. Liimiga paik vajutati dokumendi pinnale, servi vormiti vatitikuga, mis eemaldas ka liigse liimi, vajutati sõrmedega paar minutit ning asetati paigatud kohale holytex (konserveerimisel kasutatav toestav abimaterjal), filterpaberi tükk ja kerge raskus. Pikk liimühendus liimiti osade kaupa. Liimimise järgselt lasti parandatud kohal mitmeid päevi kerge surve all kuivada ja stabiliseeruda.

Vahapitserite mõrad kaeti 10%-lise mesilasvaha tärpentinilahusega, jäeti kuivama ja poleeriti. Selline 10% vahalahus tungib kergesti mõradesse, tärpentin aurustub ja mõra on täidetud vahaga. Tärpentin on männipuu vaigust saadud väike ja vahasid lahustav lahusti, mis koosneb peamiselt alfa- ja beeta-pineenist. Kuum tärpentin on pitseritele väga ohtlik, kuid kui kasutada seda 30-35°C juures, siis ta aurustub kiiresti ega oma kahjustavat toimet. Ta pehmendab vaha tunduvalt kiiremini kui alkoholilahus. Töötlemise järel jäeti pitser mitmeks päevaks kuivama, kuni tärpentinilõhna ei olnud enam tunda. Pitserite parandusi tehti minimaalselt, vaid siis, kui see oli vajalik pitseri struktuuri toetamiseks, et ta hoidmisel ja kasutamisel edasi ei kahjustuks. Puuduvaid osi ei taastatud. Mitmeks tükiks lagunenuid pitserid ühendati kuuma peenikese siluri abil, mõlemaid ühenduspooli kokku sulatades. Ühenduskoha puuduvaid osi täidistati uue sula mesilasvahaga või 25%-lise mesilasvaha tärpentinilahusega, kasutades korraga väikest kogust ja lastes vahepeal kuivada. Sellised parandused on nõrgemad kui pitser ise, nii et uue pinget tekkimisel puruneb parandatud koht enne, kui põhjustab pitserile uue kahjustuse.

Kuivanud pitser poleeriti kergelt. Seda kolmel põhjusel: poleerimine eemaldab üleliigse uue vaha, tugevdab pinda ja aitab ära hoida mustuse külgetõmbumist ning pitsatijäljendit on kergem lugeda, kui pind läigib. Poleerimiseks pitserid kaeti väikese hulga 10% vaha lahusega, jäeti üheks päevaks kuivama ja poleeriti siis pehme tiheda harjakesega.

### 3. PÄRGAMENDIKOLLEKTSIOONI SÄILITAMINE

#### 3.1. Paigutamine ümbristesse

Kõikide pärgamentsäilikutute vanad ümbrised vahetati välja. Ripp-pitseriteta pärgamentsäilikutele valmistati arhiivipüsivast mapikartongist (Hahnemühle, 320 g/m<sup>2</sup>) mapid. Pitseritega pärgamentdokumentidele valmistati arhiivipüsivast paberist (Hahnemühle, Natural Line 120g/m<sup>2</sup>) ümbris ja sellega pandi uude hoiukarpi. Hoiukarbid valmistati kuues erinevas formaadis. Neli väiksemat formaati valmistati arhiivis pikaajaliseks säilitamiseks sobivast papist ja haavapuu liistudest (foto 11). Kaks suuremat formaati hoiukarbid valmistati arhiivilainepapist. Arhiivipüsiv tähendab vastavust EVS-EN ISO 9706:2001 nõuetele (EVS-EN ISO 2001). Pitserite kaitseks ja liikumise vältimiseks ümbritseti nad paksust paberist valmistatud tugevdega. Vahvelpitseritega dokumendid asetati jäigapõhjalisse karpi või mappi.

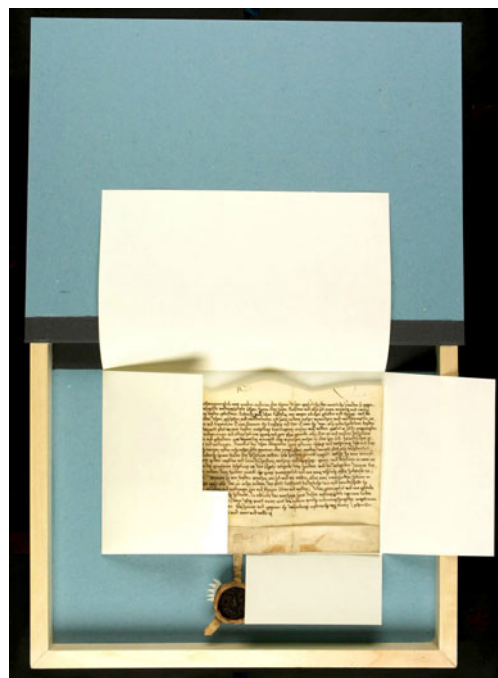


Foto 11. Pitseriga pärgament hoiukarbis

#### 3.2. Mikrofilmimine

Konserveerimise ja uutesse ümbristesse panemise järel valmistati kõikidest pärgamentsäilikutest tagatis- ja kasutuskooopia mikrofilmimise teel Ajalooarhiivi operaatorite Raivo Velskri ja Urmas Märtini poolt. Filmina kasutati 35 mm must-valget perforatsioonita, resolutsiooniga 800 joont/mm, 0,10mm paksuse hõbe-želatiin emulsiooniga polüesteralusel mikrofilmi, mis vastab BS ISO 543:1990 (BS ISO 1990) nõuetele. Filmil oleva kujutise säilivus on oletatavalt 500 a. Filmi alguses on pildistatud testtabel ISO nr 2. Testkujutis koosneb mustadest paralleelsetest horisontaal- ja vertikaaljoontest, testtabelil on erineva suurusega testkujutisi 23. Filmil (mikroskoobiga) nähtava väikseima kujutise ja pildistamise vähendusastme abil määratakse filmil oleva



kujutise tegelik resolutsioon, st kvaliteet (NRO 2000). Kvaliteetne mikrofilmi võimaldab hiljem skaneerimise teel saada digitaalset kujutist. Pildistamislaud oli must, st kontrastis dokumendi värviga. See hõlbustab dokumendi serva tuvastamist nii mikrofilmi lugemisel kui skaneerimisel. Lehtede puhul, mis sisaldasid erineva tugevusega teksti, tumedamaid kahjustusalasid, halltoone või pildimaterjali, tehti korduskaadrid (Meyer ja Gertz 2003). Pärgamentide väga erineva suuruse tõttu on filmitud erineva vähendusastmega. Valitud on madalaim vähendusaste, mis annaks terava pildi ja maksimaalse detailsuse filmimisel, et seda oleks võimalik hiljem jäädvustada filmiskänneriga. Tiheduse kõikumine kujutise piires  $D = 0,80 - 1,20$  ühikut. Iga kaadri serva paigutati tabel, kuhu märgiti arhiiviviit ja kaadrinumber. Filmil on pärgamendid grupeeritud arhiiviviite kasvavas järjestuses. Kvaliteetse kujundi saamiseks asetati filmimise ajal pool- või läbipaistvate pärgamentide alla sarnase värviga paber. Nii filmi kui kaadri number kajastuvad pärgamentide andmebaasis ja uurimissaalis olevas otsinguraamatus. Kokku valmistati 12 mikrofilmi, mis on uurijatele kättesaadavad Ajalooarhiivi uurimissaalis.

### 3.3. Hoiustamine

Mikrofilmitud säilikud paigutati uude hoidlasse, mis vastab arhiivieeskirja (arhiivieeskiri 1998) ja standardi EVS-ISO 11799:2005 (EVS-ISO 2005) nõuetele. Paigutuse topograafia aluseks võeti arhiiviviit ja säiliku formaat. Pärgamentsäilikud hoiustatakse horisontaalasendis (fotod 12 ja 13) pideva puhta õhu ventilatsiooni ja kontrollitud kliimaga uue arhiivihoones (Vahi tn 4) hoidlas. Temperatuuri ja suhtelise õhuniiskuse näitajad fikseeritakse kord nädalas portatiivse termohügroomeetriga ja kliimakontrolli aparatuuri



Fotod 12 ja 13. Pärgamendil arhivaalide hoiustamine

poolt iga minuti järel. Temperatuuri ja suhtelise õhuniiskuse näitajad kantakse arhiivi infosüsteemi (AIS). Pärgamendikollektsiooni hoidla 2005. a temperatuuri ja õhuniiskuse näitajad on graafilisel kujul toodud lisas 1.

### 3.4. Keskkonnatingimused

Pärgamendi säilimise seisukohalt olulised keskkonnategurid on temperatuur, õhuniiskus, valgus, õhus leiduvad saasteained ja biokahjustajad. Keskkonnatingimuste nõuete kehtestamine on komplitseeritud ülesanne, sageli määratakse need lähtuvalt inimese töökeskkonna ja ligipääsu nõuetest.

Sobivate keskkonnatingimuste all mõistetakse (Konsa 2005a):

- etteantud piirides stabiilset temperatuuri ja õhuniiskust;
- puhast (saasteainetest võimalikult vaba) õhku;
- piisavat ventilatsiooni;
- võimalikult kontrollitud valgust.

Tabelis 4 on toodud mõningane valik temperatuuri ja õhuniiskuse nõuetest pärgamentide hoiustamisel.

Tabel 4. Pärgamentide säilitamiseks soovitatavad temperatuuri ja õhuniiskuse väärtused

Temperatuur, °C	Suhteline õhuniiskus, %	Kirjandusviide
+15...+20	35...60	Arhiivieeskiri 1998
	50...60	Reed 1994
+19 ±1	50 või 55 ±5%	Thomson 2005
+20	50...60	Haines 1999
+18 ±2	50 ±5	ICN 1995
talvel +16	45	
suvel +20	55	
+14...+18 ±1	50...60 ±3	ISO 11799:2003
vähekasutatavad +2...+18		
+16...+19 ±1	50...55 ±5	BS 5454:2000
vähekasutatavad +13...+16		

Vahapitserid on soovitatav hoiustada koos dokumendiga suhtelise õhuniiskuse 50%  $\pm$ 5% ja temperatuuri +16...+18°C juures, mis sobib nii pitserile kui pärgamendile (Novotná ja Dernovškova (2002)).

### *Temperatuur ja õhuniiskus*

Hügrokoopsete omaduste tõttu on pärgament õhuniiskuse kõikumise suhtes tundlik materjal. Suhtelise õhuniiskuse tase ja selle kõikumine mõjutab pärgamendi säilimist kõige enam. Uus pärgament on niiskes keskkonnas võimeline ühe tunniga absorbeerima vett 10% oma kaalust ja kuivas keskkonnas selle uuesti suhteliselt kiiresti ära andma. Temperatuuri ja õhuniiskuse kõikumine võib põhjustada pärgamendi dimensiooni muutusi 4,5% ulatuses (Woods 2006). Õhuniiskuse suured ja järsud kõikumised põhjustavad materjalis mehaanilist pinget, mis põhjustab tintide ning värvide lahtilöömist pinnalt ja irdumist, kuna pärgament ja tindid-värvid paisuvad erinevalt. Soojusenergia neelamisel kaotab pärgament osa temas sisalduvast veest, mille tulemusena paindumus ja tugevus vähenevad. Vananemise ja lagunemise protsessid kiirenevad temperatuuri suurenemisel. Van't Hoffi empiirilise reegli kohaselt temperatuuri tõstmisel 10°C võrra suureneb keemilise reaktsiooni kiirus 2-4 korda. Kuna suhteline õhuniiskus on seotud temperatuuriga, kutsuvad temperatuurimuutused esile ka õhuniiskuse kõikumisi (Kurmo 2005a).

Hoidmine soojas niiskes keskkonnas põhjustab kollageeni hüdrofüütilist lagunemist, kusjuures langeb kahanemistemperatuur ja väheneb tugevus. Pärgament absorbeerib märkimisväärse hulga vett, mis soodustab absorbeerunud saastegaaside lahustumist ning keemiliste lagunemisreaktsioonide kiirenemist. Kui suhteline õhuniiskus ületab 65%, siis on oht hallituse arenguks. Kollageeni lagunemisel tekkinud želatiin (lühemad valgulised ahelad) on heaks toiteaineks mikroorganismidele. Soojas niiskes keskkonnas pärgament musteneb ja kleepub kokku (Woods 2006).

Pikemaajalisel hoidmisel alla 40% õhuniiskuse keskkonnas kollageenimolekuli polaarsete gruppidega seotud vesi järk-järgult kaob, väheneb paindumus, pärgament habrastub ja deformeerub. Getty Konserveerimisinstituudi katsed näitasid, et hoiustamise madalaim lubatud suhtelise õhuniiskuse tase on 25% (Hansen *et al.* 1991). Sellest allapoole eemaldub vesi kollageeni struktuurist, molekulide ahelad on üksteisele lähemal ja nende vahel tekivad ristsidemed, põhjustades soovimatut mehaanilist ja keemilist olekut, mida



näitab ka kahanemistemperatuuri langus. Pärgament kaotab järk-järgult võime taas absorbeerida niiskust ja muutub niiskuse suhtes järjest enam residentseks (Haines 1999).

#### *Valgustingimused*

Valguskiirgus kahjustab kõiki pärgamentdokumendi materjale. Säilitamisel tuleb jälgida valgustatust (mõõdetakse luksides) ja ultraviolettkiirgust (mikrovatti luumeni kohta). Ultraviolettkiirguse allikateks on päikesevalgus ja mõned fluorestsentslambid. Valguse poolt põhjustatud kahjustused on pöördumatud ja kumulatiivsed. Pärgamentsäilikuid (nagu üldse arhiivimaterjale) on soovitatav hoiustada pimedas. Valguse ja soojuse mõju tõttu ei ole pärgamendi kasutamisel lubatud neist valmistada kserokoopiat ega skaneerida. Soovitatav valgustatus näitustel valgustundlikele materjalidele on kuni 50 luxi ja mitte enam kui 18 000 lukstundi (360 tundi 50 luksiga) (Konsa 2005 b); ultraviolettkiirgus (lainepikkus alla 400nm) alla 75  $\mu$ vatti luumeni kohta (ISO 11799:2003) või 10  $\mu$ vatti luumeni kohta (BS 5454:2000) (Kosek 2004).

#### *Ventilatsioon ja saasteained*

Pärgamendikollektsiooni hoidlas on pidev puhta õhu tsirkulatsioon. Õhu tsirkulatsioon hoiab ära tolmu sadestumise arhivaali pinnal ja vähendab hallituse tekke ohtu. ISO standardi 11799:2003 järgi on lubatud õhusaaste määrad järgmised: SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ja O<sub>3</sub> kuni 5-10  $\mu$ g/m<sup>3</sup>, äädikhappe ja formaldehüüdi kuni 4  $\mu$ g/m<sup>3</sup> ja tolmu osakesi kuni 50  $\mu$ g/m<sup>3</sup> (Kosek 2004). Arhiivieeskirja järgi on vääveldioksiidi lubatud kontsentratsioon hoidla õhus 1-10  $\mu$ g/m<sup>3</sup> (arhiivieeskiri 1998).

Tervisekaitseinspektsiooni Kesklabori Tartu osakonna poolt novembris 2001. a Vahi tn 4 Ajalooarhiivi hoidlas teostatud siseõhu analüüs andis vääveldioskiidi sisalduseks 0,5  $\mu$ g/m<sup>3</sup>.

### **3.5. Juurdepääs ja kasutamine**

Pärgamentsäilikute uurimiseks on arhiivikülastajate käsutuses 12 mikrofilmi uurimissaali mikrofilmide lugemise saalis. Pärgamentsäilikuid väljastatakse arhiivikülastajatele uurimissaali üksnes mõjuvatel põhjustel. Soovi korral saab tellida pildistamise teel valmistatud koopia, värvislaidi või mikrofilmist paberkoopia. Vastavalt Arhiivieeskirjale (arhiivieeskiri 1998) ei ole valguskoopiaid lubatud valmistada pärgamentkõites või

pärgamendil arhivaalist ning vahapitseritega arhivaalist. Tulevikus on kavas mikrofilmid skaneerida ja teha informatsioon kättesaadavaks interneti teel Ajalooarhiivi Saaga kaudu.

#### **4. PÄRGAMENDIKOLLEKTSIOONI FÜÜSILISE SEISUNDI UURIMINE**

Pärgamendikollektsiooni füüsilise seisundi uuringu aluseks on võetud „*Parchment Assessment Report*“, mis töötati välja IDAP (*Improved Damage Assessment of Parchment*) rahvusvahelise projekti poolt. IDAP projekt toimis aastatel 2002-2005 Taani Kuningliku Kunstide Akadeemia Konservatorite Kooli eestvedamisel ja finantseeriti Euroopa Komisjoni poolt Viienda Raamprogrammi all: Energia, keskkond ja säästev areng; tulevikulinn ja kultuuripärand. Lepingu number: EVK4-CT-2001-00061 (<http://www.idap-parchment.dk>).

Senised arhiivides ja raamatukogudes kasutatud kogude füüsilise seisundi uuringu meetodikad olid mõeldud pabermaterjalide (toimik, köide) hindamiseks ning osutusid seetõttu sobimatuks pärgamendi seisundi hindamisel. Eve Keeduse osalemine IDAP projekti seminaril 23.-26.08.2005 a Kopenhaagenis aitas kaasa vastava hindamismetoodika omandamisele ning tegi võimalikuks selle praktilise teostamise Ajalooarhiivis.

Rahvusarhiivi kogude säilituspoliitika peab oluliseks materjali- ja kollektsiooni-põhiste seisundiuuringute teostamist. Arvestades pärgamendikollektsiooni kuuluvate arhivaalide ajaloolist ja kultuurilist väärtust, otsustati teostada kollektsiooni kui terviku füüsilise seisundi analüüs, hõlmates eraldi kõiki säilikuid. Seisundiuuringu eesmärgiks on saada terviklikum ja täpsem ülevaade kogust ja selle seisundist. Selgitada, millised on levinumad kahjustuste liigid ja põhjused, kui suur on kahjustatud säilikute hulk, millele pöörata edasisel säilitamisel tähelepanu ning milline osa kogust vajab edasisi täpsemaid uuringuid või perioodilist ülevaatust. Seisundiuuringu tulemused oleksid aluseks edasise säilituskava väljatöötamisele. Seisundiuuringu aluseks kasutatud IDAP projekti meetodikast jäeti tehnilistel kui ka ajast tingitud põhjustel ära mikroskoopilised analüüsid ja värvuse määramine loomuliku värvussüsteemi (*Natural Colour System*) abil. Erinevalt IDAP meetodikast kirjeldati käesolevas uuringus ka pitserite seisundit.

#### 4.1. Seisundiuuringu metoodika

Seisundiuuringul saadavate andmete kogumiseks, töötlemiseks ja haldamiseks loodi Access'i programmis andmebaas. Andmete sisestamise vorm on toodud lisas 2. Iga pärgamendi puhul kanti andmebaasi järgmised andmed:

- arhiiviviit - fond, nimistu, säilik;
- asukoha andmed - riiul, laudi;
- sajand – mis sajandist dokument pärineb;
- iseärasused – objekti tüüp (rullis, köidetud, kaksikleht kaante vahel), sisselõiked dokumendis ja värviliste illustratsioonide, kahepoolse pitseri või lakkpitseri olemasolu, jms;
- loomne päritolu – veis, lammas, kits, hirv, teadmata. Määratakse karvaauku mustri järgi, juhul kui see on olemas ja võimaldab loomse päritolu identifitseerimist;
- üldine värvus – pärgamendi teksti poolisel küljel üldise värvuse visuaalne määramine;
- kahjustused/omadused – märgiti informatsioon läbipaistvate alade, deformatsiooni, mehaanilise kahjustuse, lainetuse, kokkutõmbunud alade, rebendite, aukude, plekkide, hallituse, biodegradatsiooni, veekahjustuse, voolujoonte, kuuma/kuiva kahjustuse, tule kahjustuse, illuminatsiooni kahjustuse jms kohta;
- varem konserveeritud;
- paksus – mikromeetriga mõõdeti pärgamendi paksus millimeetrites. Mõõtmiskohaks valiti ülaserf esisõna kohal suure algustähe kõrval;
- valguse transmissioon – mõõdeti valguse transmissiooni läbi pärgamendi kasutades valgusmõõdikut. Mõõtmiskohaks valiti ülaserf esisõna kohal suure algustähe kõrval;
- paindumus – pärgamendi paindumus määrati kasutades nelja erinevast plastikust (Rianyl seriegrafifolie, gul 755, Rias, Taani) võrdlusnäidist – A, B, C või D, kus A on kõige enam painduvam;
- läbipaistvus – kas pärgament on valguse transmissiooni mõõtmiskohalt läbipaistvam kui mujalt;
- pinna välimus – valikutega: läikiv, poolmatt või matt. Võrdluskaardid on valged ja loomuliku värvussüsteemi (NCS) värvinumbriga 0500. NCS-s jagatakse läige 6 gruppi, siin valitud väärtuste vastavus neile on toodud tabelis 5.

Tabel 5. Läike termini vastavus NCS terminile

Kasutatud termin	NCS termin	Piirväärtus	Läike väärtus standarditele
matt	ultramatt	-5	3
poolmatt	poolmatt	11...29	20
läikiv	poolläikiv	30...59	40

- pinnasaaste – hinnati pinnasaaste olemasolu - ei esine, minimaalne, kerge, keskmine või tugev, tuues ära piirkonna, kui pinnasaaste ei olnud üldine;
- klaasjas kiht – hinnati klaasja kihi olemasolu tekstipoolsel küljel. Valikuvariandid: ei esine, mõned kiud ilmutavad läbipaistvust, klaasjad alad, peaaegu täielikult kaetud kiht, klaasjas kiht, mõrad klaasjas kihis ja helbeid langeb välja;
- pigmendi kadu – hinnati visuaalselt tindi seisundit, kas esineb irdumist, loetavus halvenenud või kohati puudub;
- tindi/värvi korrosioon – hinnati kas esineb/ei esine, värvusemuutus-hajusus, teksti läbipaistmine tagumisele küljele, praod pärgamendis, pärgamendi kadu;
- pitserikapsli materjal – valikuvariandid: vaha, puit, metall, luu;
- pitseri kahjustused – märgiti, kas esineb putukate ja näriliste kahjustusi, kristallisatsiooni, mõrasid ning millises ulatuses esineb puuduvaid osi;
- visuaalne hinnang – anti pärgamendi seisundi visuaalne hinnang neljaastmelisel skaalal:
  1. kahjustamata – heas seisundis ilma nähtava kahjustuseta;
  2. vähe kahjustunud – heas seisundis üheainsa või väiksemal alal üksikute minoorsete nähtavate bioloogilise, keemilise ja/või füüsilise kahjustustega;
  3. kahjustunud – progresseeruv nähtav kahjustus suuremal pärgamendi alal;
  4. tugevalt kahjustunud – progresseeruv nähtav tugev kahjustus enamikul pärgamendil.

#### 4.2. Seisundiuringu teostamine

Pärgamendikollektsiooni füüsilise seisundi uurimine teostati aprillis 2006. a Ajalooarhiivi konservaatori Eve Keeduse poolt. Seisundiuring teostati hoidlas, st samas keskkonnas, kus kogu hoitakse. Keskkonnatingimused seisundiuringu teostamise ajavahemikul olid

järgmised: temperatuur vahemikus +15...+17°C ja suhteline õhuniiskus 37...43%. Pärgamendi paksust mõõdeti Mitutoyo mikromeetriga mudeli nr 169-101, mille täpsus on 0,01 mm. Klaasjat kihti vaadati 30x suurendusega mikroskoobiga.

Läbipaistvuse hindamiseks mõõdeti valguse transmissiooni läbi pärgamendi GOSSEN Variosix F2 valgusmõõdikuga ISO 400 asetusel. Valgusallikana kasutati 60 W hõõglambiga laualampi. Laualambi kupli ümber pandi paksust paberist koonus, mille tipus oli 1 cm avaus, mis vastab ka valgusmõõdiku mõõtmisavale. Mõõtmiseks pandi lamp põlema, pärpament asetati vastu koonuse avaust ja valgusmõõdiku mõõtekoht vastu pärpamendi valgussõõri ning registreeriti elektriline väärtus (EV). Võrdlusena mõõdeti plastiku (Riacyl SE 10,11, akrüül, 3.0 mm, valge 044 (Rias, Taani)) elektrilist väärtust, mille valguse transmissioon on 90,00%. Mõõtmise järel lülitati lamp välja. Pärpamendi valguse transmissiooni (%) arvutamisel kasutati järgmist valemit:

$$T_{\text{pärpament}} = (T_{\text{võrdlus}} / EV_{\text{võrdlus}}) \times EV_{\text{pärpament}}$$

### 4.3. Seisundiuuringu tulemused

#### Kollektsiooni kirjeldus

Kollektsiooni kuulub 1581 pärpamentsäilikut. Vanemad säilikud on väikeseformaadilised. Formaadilt kõige suuremad on 17. ja 18. sajandi säilikud. Säilikutest 50 on nn kriidipärpamendil. Kriidipärpamendid on eriliselt paksu viimistluskihiga kaetud pärpamendid, mida valmistati Venemaal. Nende pind on kas poolmatt või läikiv. Vanuseliselt pärineb üks 16.-ndast sajandist ja on kriidipärpamendi kohta õhukese kattekihiga, üheksa pärinevad 18.-ndast ja 41 19.-ndast sajandist, mis vastab ka ajaperioodile, mil Eesti alad olid Vene Tsaaririigi koosseisus. Valdavalt on pärpamentalusel säilikud käsikirjad, trükiseid on nende hulgas 33, trükised sisaldavad käsikirjalisi osi nagu allkirjad, nimed jms. Kaks trükist pärinevad 17. sajandist, 14 18.-ndast ja 17 19.-ndast sajandist. Lisaks kuulub kollektsiooni kaks pärpamentlehtedega käsikirjalist köidet.

Värvilisi illustratsioone esineb 79-s säilikus. Enamus värvilisi illustratsioone on aadlidiplomitel. Vapijoonised esineb 42-s säilikus, kuldkirja 34-s säilikus, kullatud leheservad on üheksal säilikul. Kaksiklehtedega ja kaantes on 43 säilikut. Sugupuujooniseid on 10 säilikus, neist kahte hoitakse rullis.

Tindijoonistusi esineb 119-s säilikus. Dokumendi kehtivust tühistavaid sisselõikeid esineb 37 säiliku tekstis, kusjuures neist 18-l on ripp-pitserid. Laineliseks või sakiliseks lõigatud üla- või alaserv on 23-l dokumendil. Kuuel säilikul on servatükk välja lõigatud.

Säilikutest 1159 sisaldavad ripp-pitsereid. Vahvelpitsereid esineb 51 dokumendil. Vahvelpitserid on pooltel juhtudel kriidipärgamendil (23), viis vahvelpitseriga säilikut pärineb 17. saj, 23 18.-ndast ja 23 19.-ndast sajandist. Kahepoolseid pitsereid sisaldavad 11 säilikut, neist kolm 13.-ndast sajandist, seitse 14.-ndast ja üks 15.-ndast sajandist. Pitserite hulgas on ainult üks metall(tina)pitser ja üks ripp-pitser on kinnitatud dokumendi alaservast lõigatud riba külge. Lakkpitsereid on 37 säilikul. Nendest 28 on pärgamendil ja üheksa lakkpitserit on paberil, mis on ömmeldud alanurga külge. Tõenäoliselt on paljud lakkpitserid ja templid lisatud dokumentidele hiljem. Pärnu Magistraadi säilikutes on roosad templijäljendid. Musti templijäljendeid esines seitsmes säilikus. Kõige enam esineb ripp-pitsereid 15-17. sajandi pärgamentdokumentidel. Pitserikotikesi on säilinud kaheksa säiliku juures, neist üks pärgamendist, üks seemisnahast, kaks siidist ja neli linasest riidest. Paljude ripp-pitserite vahakapslitel oli näha tekstiilimustrit või kiude. 785 säiliku pitserite kapslid on vahast (68%), 254 (22%) puidust, 119 (10%) metallist ja kahe säiliku pitserid on luust kapslites (0,3%). Pitserite ühendusviisid pärgamendiga on toodud tabelis 6. Tabelis 7 on toodud kapslimaterjalide kasutamine sajandite kaupa.

Tabel 6. Pitserite ühendamine dokumendiga

Ühendus, % Kapsel	Niidid	Pärgament- paal	Punatud nõör	Siidpaal
vaha	0,6	95	4	0,1
puit	-	21	18	61
metall	-	12	57	31
luu	-	-	33	67

Tabel 7. Kapslimaterjalide osakaalud sajandite piires

Sajand Kapsel	13	14	15	16	17	18	19
vaha	100	100	100	98	11	1,5	-
puit	-	-	-	0,4	73	54	11
metall	-	-	-	1,6	16	43	89
luu	-	-	-	-	-	1,5	-

Pärgamendi pinna järgi oli loomset päritolu raske määrata. Identifitseeriti lambanahast pärgamendid, kuna nad on teistest kergemini eristatavad - dokumendi tagapool on naha pinna pool, mis on värvuselt kollane, käega katsudes tundub rasvane, iseloomuliku lõhna ja äratuntava maardega, tekstipool kaetud valge/heleda viimistluskihiga. Lambanahast pärgamenti on kasutatud 125 dokumendi alusmaterjalina, mis pärinevad põhiliselt 16-ndast sajandist.

Tekstipoolse pinna värvus visuaalse vaatlemise tulemusena on toodud tabelis 8.

Tabel 8. Tekstipoolse pinna värvused

Värvus	Säilikute arv	% üldarvust	Värvus	Säilikute arv	% üldarvust
valge	477	30	kollane	143	9
helekollane	813	51	rohekashall	15	0,9
helehall	53	3	helepruun	25	2
hallikashlekollane	33	2	pruun	5	0,3
hall	15	0,9	tumepruun	1	0,06

Pinnaomadustelt on 81% pärgamente matid, 18% poolmatid ja 1% läikivad. Pärgamentide paksused jäävad vahemikku 0,09-0,43 mm.

## Kahjustuste analüüs

Keemilised kahjustused. Oluline pinnakahjustustus oli mitmesuguste *plekkide* rohkus, mida esines 80%-s säilikutel. Plekkide hulgas oli tindiplekke ja ümmargusi tindipoti jälgi, mis on põhjustatud kasutamisest. Roosteplekke esines 35% säilikutel (550), millest valdav enamus roosteplekke olid väga väikesed (440 säilikul) ning nähtavad üksnes pärgamendi tagumisel viimistluskihita poolel. Tõenäoliselt on need pärit pärgamendi valmistamisel tema kraapimisest metallist poolkaarja noaga. Osa roosteplekke pärinevad pärgamendi vastas seisnud roostes metallkapslitest. Ainult 4% juhul (23 säilikul) oli roosteplekis auk ja kõikidel nendel pärgamentidel oli ka vee- või putukakahjustus. Enamasti olid pärgamentidel esinevad plekid väikesed ja üksikud, värvuselt pruunid (foto 14), helepruunid või kollased. Vähem esines siniseid, rohelisi või punaseid plekke, lakkpitseri ja roostes kirjaklambri jälgi. Plekkide hulgas oli ka rasvaplekk (23 säilikul), mis on põhjustatud kokkuvolditud pärgamendi vahel olnud vahapitseritest (foto 15). Väikseid

veeplekke esines 4%-l ja kärbsemustust 11%-l säilikutel. Kaheksal kriidipärgamendil esines keemiline kahjustus, mille tagajärjel oli pind muutunud pruuniks (fotod 16 ja 17), peamiselt servadest ja õhule avatud kohtadest.

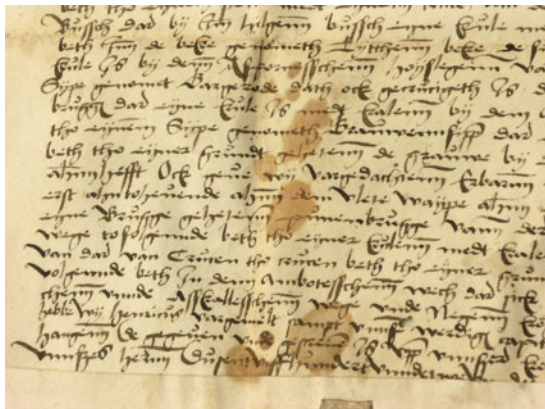
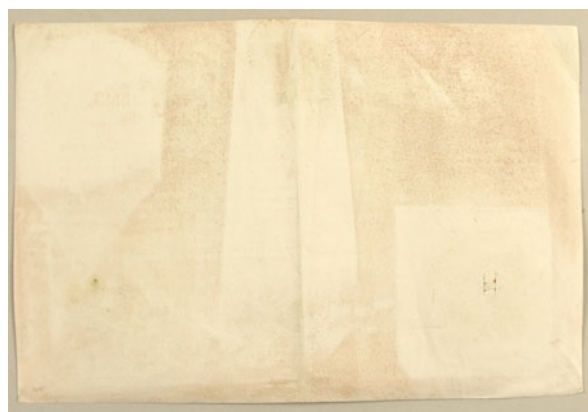


Foto 14. Tüüpilised pruunid plekid  
(EAA f 2069, n 2, s 356)



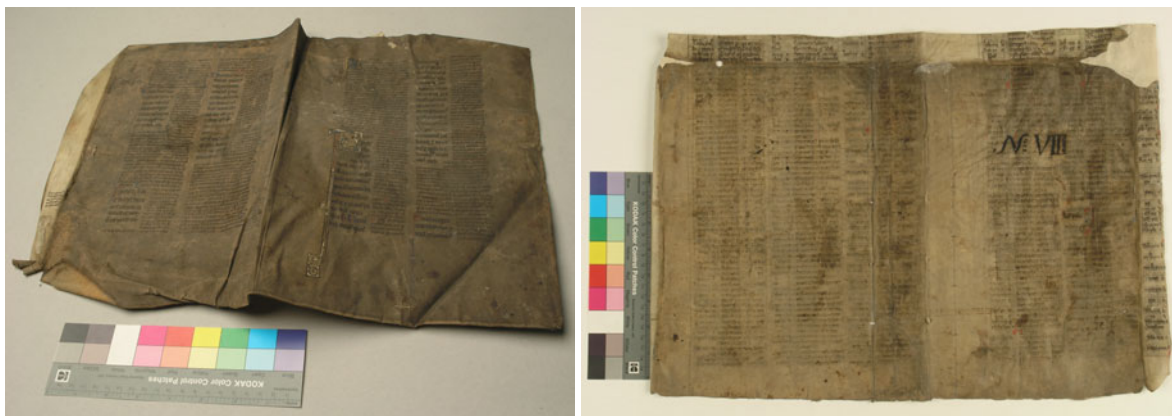
Foto 15. Rasvapekid ja närilisekahjustus,  
pitser tekstiilist kotikeses (EAA f 2069, n  
2, s 283)



Fotod 16 ja 17. Vahelpitseriga kriidipärgamendi eest- ja tagantvaade, pinna pruun kahjustus (EAA f 2057, n 1, s 125, l 13)

*Pinnasaastet* esines 83%-l pärgamentidel. Pinnasaaste oli kinnine ja kiududega seotud ning oli suurendanud halli tooni mõju pinna värvuses. Pärgamentidel oli tagumine pool mustem, kuna neid hoiti kokkuvoldituna tekstipool seespool. Reeglina oli väga mustad kokkuvoldituna seisnud pärgamendi välised küljed. Kätemustusest oli määrdunud alumised nurgad ja parem serv (on seotud dokumentide kasutamisega). Tekstipoolsel küljel puhtad, kuid taga minimaalse, kerge või osaliselt tugevama pinnasaastega säilikuid oli 7% (108





Fotod 18 ja 19. Tugev pinnasaaste kõite kaanematerjalina kasutatud pärgamentidel, vasakpoolne puhastamata, parempoolne restaureeritud 1980-ndatel (EAA f 854, n 2, s 414, l 1-2)

säilikul). Minimaalne pinnasaaste oli 20% (318) säilikutel, esiküljel minimaalne, kuid servadel või taga kerge või keskmine pinnasaaste 5% (86) säilikutel. Kerge pinnasaaste oli 30% (476) pärgamentidel, neist iga kuuendal oli taga või külgedel keskmine või osaliselt tugev mustus. Keskmine pinnasaaste esines 16%-l säilikutel, neist taga tugev saaste 0,9%-l. Tugev pinnasaaste oli 3% (53) säilikutel (fotod 18 ja 19). Pinnasaastet esines vähem hilisemast perioodist pärinevatel säilikutel ja nendel, mille viimistluskiht oli paksem ja pind siledam. Nii olid pinnasaasteta pärgamentidest 56% värvuselt valged ja 35% helekollased; 27% kahjustuse üldhinnanguga kahjustamata ja 57% vähe kahjustunud.

*Veekahjustus* tuvastati 33% (515) säilikutel. Nendest 12% (60 säilikul) olid veeplekid. Veekahjustusega kaasnesid voolujooned, deformatsioon, hallituskahjustus, viimistluskihi kahjustus ja loetavuse halvenemine. Vesi põhjustab pärgamendikiudude želatiinistumist millega kaasneb kahanemine ja tekivad kokkutõmbunud alad (foto 20 ja 21). Kokkutõmbunud alad olid 226 säilikul, so 44% veekahjustusega säilikutest. Kokkutõmbunud alal oli täielikult kaetud klaasjas kiht ja suurenenud läbipaistvus, värvusemuutus ning tindi tuhmumine. Voolujooni täheldati 2% (37) pärgamendil. Veekahjustus oli põhjustanud mõrasid ja puuduvaid osi 2% (29) pärgamendis. 20% veekahjustusega pärgamentidest oli muutunud poolläbipaistvaks või läbipaistvaks. Kahjustuste üldhinnangu järgi jagunesid veekahjustustega pärgamendid järgmiselt: kahjustamata – 0,2%, vähe kahjustunud – 28%, kahjustunud – 51% ja tugevalt kahjustunud – 19%. Nende painduvused: A – 8%, B – 52%, C – 35% ja D – 5%. Painduvusega D (väga jäik) pärgamendid olid kahjustuse üldhinnanguga kahjustunud või tugevalt kahjustunud.

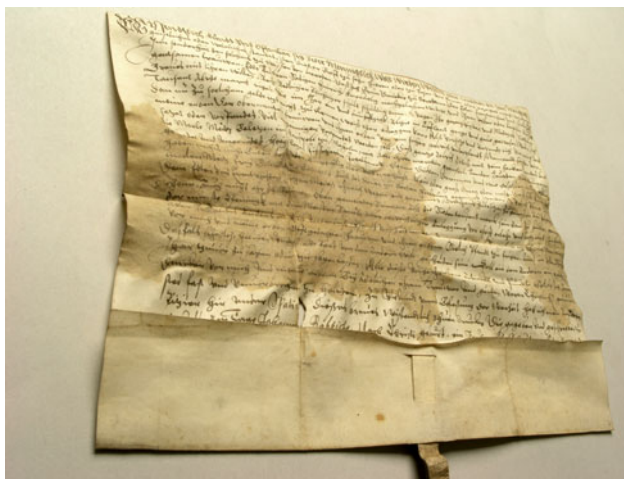


Foto 20. Kokkutõmbunud ala ja närilise auguga pärغامent (EAA f 854, n 2, s 224)



Foto 21. Ulatusliku kokkutõmbunud alaga pärغامent (EAA f 2069, n 2, s 366)

Paljudel pärغامentidel oli näha varasemate konserveerimiste jälgi. 30-nel Eestimaa Rüütelkonna fondi kuuluval pärغامendil olid servades või ainult nurkades rõhknaelte jälgedega venitusaugud. Mõnikord oli jälg roostes nagu võib näha fotol 22. Ilmselt on need pärit eksponeerimisest või varasemast konserveerimisest. Restaureerimata pärغامendi pind oli pehmem ja sametisem. Vee kasutamine restaureerimisel oli nähtav eriti tagumistel pooltel ja murdekohtades. Murdekohad olid läbipaistvamad, hallimad, klaasja kihiga, sissepressitud vortidega, tindi-kiri nõrgem ja mõnikord laialihõõrutud. pärgamendi

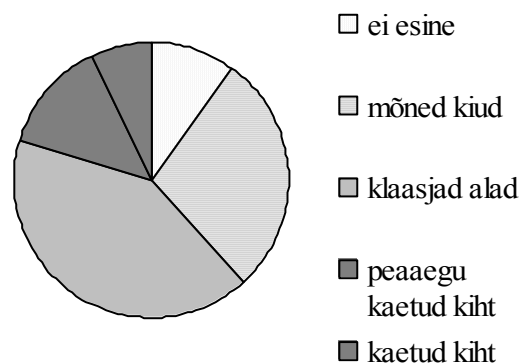


Foto 22. Roostes rõhknaela jälg nurgas (EAA f 854, n 2, s 37)

Tagumistel pooltel võis kohata märja lapi jälgi. Veega töötlemine eelneva lahtise tolmu ja mustuse eemaldamiseta oli mustuse kinnistanud ja suurendanud pinna halli tooni. Ka oli tekstide seisukord paljudel varem restaureeritud pärغامentidel halb (foto 19). Mitmed konserveeritud pärغامendid olid servadest kollasemad ja läbipaistvamad kui teksti kohalt, mis on pehmemdamise tulemus.

*Želatiinistumine.* Kiudude seisundit vaadati tekstipoolsel küljel. Tagumisel poolel (karva pool), mis on kirjutuspärغامendil üldjuhul kattekihiga viimistlemata, oli klaasjat

kihti rohkem. Paks viimistluskiht raskendas kiudude uurimist. Klaasja kihi uurimine andis järgmised tulemused (joonis 8): klaasjat kihti ei esine või oli raske määrata 10% (159) säilikul, mõned kiud ilmutavad läbipaistvust 28% (449), klaasjad alad 41% (642), peaaegu täielikult kaetud kiht 13% (211), täielikult kaetud kiht 7% (118), mõrad klaasjas kihis ja helbeid langeb välja märgati kahes säilikus so 0,1%. Andmete analüüs näitas, et mida enam oli pärgamendi pinnal klaasjat kihti, seda jäigem ja suurema kahjustusastmega oli pärgament ning vastupidi.



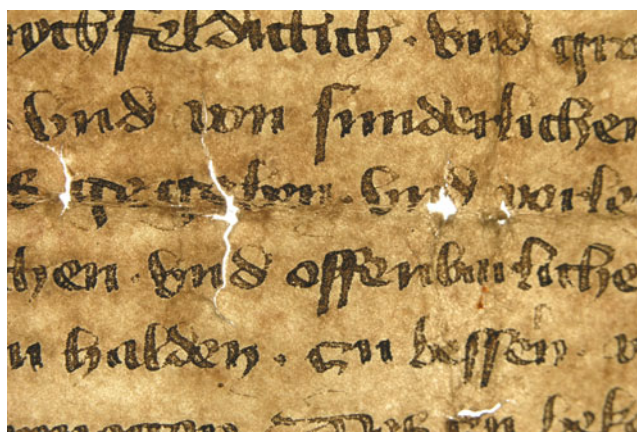
Joonis 8. Klaasja kihi esinemine

pärgamentidel

Pärgamentide valguse transmissioon jääb vahemikku 62,32-101,74%. Valguse transmissioon sõltub pinnasaastest, viimistluskihist, pärgamendi paksusest ja seisundist. Andmete analüüs näitas, et täieliku klaasja kihiga pärgamentide keskmine valguse transmissioon oli 92,83%. See oli vaid 1,3% suurem mõne kiu läbipaistvusega pärgamentide keskmisest. Üldise kahjustuse kasvades valguse transmissioon vähenes. Kriidipärgamentide keskmine valguse transmissioon oli 82,69%.

Bioloogilised kahjustused. *Hallituskahjustus* tuvastati 11% (170) säilikutest. Hallituskahjustus on põhjustatud liigsest niiskusest või veekahjustusest. Hallituskahjustustega säilikutest 49%-l esines ka veekahjustus. 17% hallituskahjustustega pärgamentides olid mõrad (fotod 23 ja 24) ja 35% puuduvad osad (foto 25). Hallitus lagundab kiude ja pärgamendi mehaaniline tugevus väheneb. Tugevalt hallitanud pärgamendid olid hea painduvusega ja pehmed. Hallitanud pärgamentide painduvused: A - 19%, B - 38%, C - 35% ja D - 8%. Hallituskahjustustega säilikutest oli 21%-l teksti loetavus halvenenud (foto 26).

*Närilise kahjustus* märgiti 4% (70) säilikutest. Tavaliselt oli näriline kahjustanud dokumendi servi, kuid kui sellist dokumenti hoiti kokkumurtuna, siis võis tekkida auk teksti piirkonda (fotod 15 ja 20). Närilise poolt teksti piirkonda tekitatud augud esinesid 20-l säilikul.



Fotod 23 ja 24. Hallituskahjustus, mõrad, auk  
roosteplekis, tindi irdumine (EAA f 854, n 2, s 16)

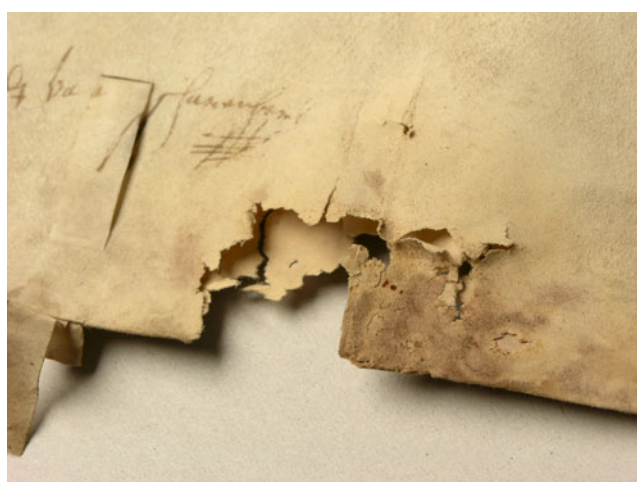
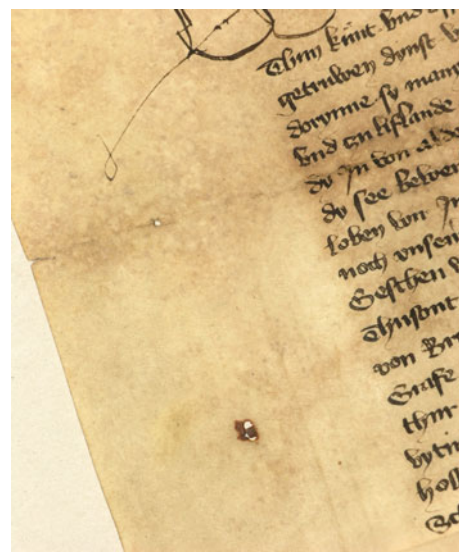


Foto 25. Hallituskahjustus ja väiksed rooste-  
plekid (EAA f 854, n 2, s 243)



Foto 26. Hallituskahjustus (EAA f 854,  
n 2, s 5337)

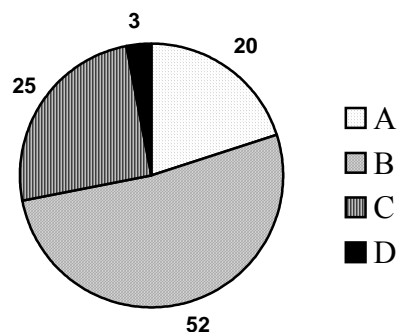




Foto 27. Putukakahjustus lambanahast pärgamendil (EAA f 2069, n 2, s 427)

*Putukakahjustused* esinesid 27% (421) pärgamentidel. Reeglina piirdusid need mõne üksiku läbiva auguga eelnevalt kahjustunud kohast nagu murdeservad ja -nurgad, plekid, roosteplekid või tagasikeeratud alaserva juures, mille vahel vastsed nukkusid. Enam olid putukad kahjustanud lambanahast pärgamentide karvapoolsemat pinda, mida oli kahjustatud läbivat auku tegemata (foto 27). Pooltel putukakahjustuste juhtudel esines samaaegselt putuka kahjustusi ka vahapitseritel. Kokkuvõtvalt esines bioloogiline kahjustus 37% säilikutest.

Mehaanilised kahjustused. 7,5% (118) pärgamentidel olid murdenurkades augud. Murdenurkade augud pärinevad füüsilisest kulumisest ja/või putukakahjustustest. Rebendid olid 2% (36) säilikutes. Väikesi valmistamisel tekkinud auke oli 2% ja õblemisjälgi 0,8% säilikutel. Need olid reeglina servaaladel või jäid tagasikeeratud alaserva varju. Väikesed pool- ja läbipaistvad alad või naha servaalad esinesid 14%-s säilikutel. Need alad pärinesid pärgamendi valmistamisest ja dokumendi formaadi lõikamisest. Pool- ja läbipaistvad alad olid õhemad ja veidi kokkutõmbunud põhjustades enda ümber kerget deformatsiooni. Lainelist või muud deformatsiooni oli 13% (209) pärgamentidel. Pärgamentide painduvused on toodud joonisel 9.



Joonis 9. Pärgamentsäilikute painduvused (%)

Teksti seisund. Tintide ja pigmentide püsivuse probleemid esinesid 52%-l (825) pärgamentsäilikutel. Visuaalselt paistis tindiga kiri enamasti heas seisukorras, kuid mikroskoobi all võis näha tindis pragusid ja väikeste tükikeste puudumist. Tindi pragunemine ja irdumine on peamiselt põhjustatud õhuniiskuse kõikumisel tekkinud pingetest, mehaanilisest kulumisest ja tindi halvast seondumisest alusmaterjaliga. Paksema viimistluskihiga ja väheste kahjustustega pärgamentidel oli tindikiri paremas seisukorras. Tindi irdumine oli suurem murdekohtades ja servades ning allkirjadel ja tagumisel küljel olevatel tekstidel. Teksti loetavus oli halvenenud plekkidel ning vee- ja hallitus-

kahjustustega pärgamentidel. Silmaga nähtav tindiosakeste irdumine esines 30% (481) pärgamentidel, neist kolmandikul üksnes suurematelt ja paksematelt tähtedelt (foto 28).

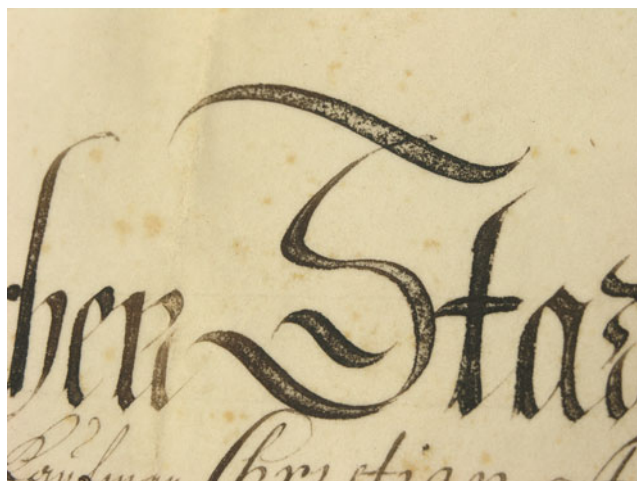


Foto 28. Tindi irdumine ja väikesed kollased hallituse plekid (EAA f 2349, n 1, s 88)

6% säilikutel oli tindi irdumine nähtav üksnes murdekohtades. 2,6% (41) pärgamentidel oli tekst raskesti loetav, sest tint oli tugevasti irdunud. Pärgamendiga halvasti seotud lahtine tint esines 13-l pärgamendil (0,8%), kus tindiosakesed oli pinnal laiali määrdunud. Plekkidel oli kiri nõrgenenud 14%-l (227) pärgamentidel. Mõnikord sellistes kohtades mikroskoobi all tindikihti pärgamendi pinnal näha ei olnud, olid vaid värvunud kiud. Pigmenti irdumise ja laiali jooksmise probleeme esines üheteistkümnel värvilist illustratsiooni sisaldaval säilikul. 11 juhul täheldati tindi muutumist hallikaks. Veekahjustusega kaasnenud pindmise viimistluskihi kahjustusi, millega kaasnesid ka teksti püsivuse ja loetavuse probleemid (foto 29) leiti 1,4% (22) pärgamentidel. Plekilt või



murdekohalt kohati raskesti loetav tekst oli 4% (64) pärgamendil, vähemalt ühe täiesti loetamatu sõnaga pärgamente oli 5% (77), nendest kaheksa olid poole või enama teksti ulatuses loetamatud. Loetavuse halvenemist on põhjustanud plekid, veekahjustus ja hallituskahjustus. Ka oli sellistel pärgamentidel palju klaasjat kihti.

Foto 29. Kirja kadumine koos pinna viimistluskihiga (EAA f 854, n 7, s 657)

Tindikorrosiooni täheldati 3% (54) säilikul, neist 16 säilikul oli tekst välja langenud ja pärgament täielikult hävinud. 16- pärgamendil oli tähtedes mõrad ning 11-l oli jälgitav pigmendiosakeste ja korrosiooniproduktide migratsioon. 66% tindikorrosiooni juhtudel olid suured tähed või osa kirja pärgamendi tagumisel poolel selgelt nähtav.

Pitserite kahjustused. Pitserite kahjustusi vaadeldi säilikutega kaupa ja pitserite arvu säilikus ei arvestatud. Pitserite kahjustusi esines 53% (843) säilikutega pitseritel. Pitserite kahjustused esinesid valdavalt vahast ripp-pitserite juures. Tüüpilisemad kahjustused olid mehaanilised - vahast pitserite servadel oli puuduvaid osi (435 so 27%), mõnikord oli kahjustunud ka jälgend. Puitkapslites ja ühes luust kapslis oli kuivamise tagajärjel tekkinud lõhesid (8% puitkapslitest) ja (18%) metallkapslitel esines roostet. Värvilistel pitserjälgenditel olid ainult mehaanilised kahjustused - mõrad ja puuduvad osad (12% ripp-pitseritest). Putukad on kahjustanud paljude pitserite pinda (foto 30) ja teinud ka sisse



minevaid käike (foto 31). Putukakahjustusi oli 64% vahakapslitega pitseritest. See oli nõrgendanud pitserite mehaanilist tugevust, mille tagajärjel olid tekkinud mõrad. Vaid ühel puitkapslil oli putukakahjustus.

Foto 30. Putukakahjustus pitseril (EAA f 854, n 2, s 37)

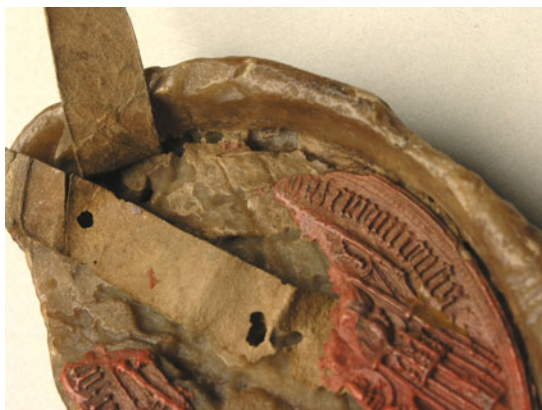


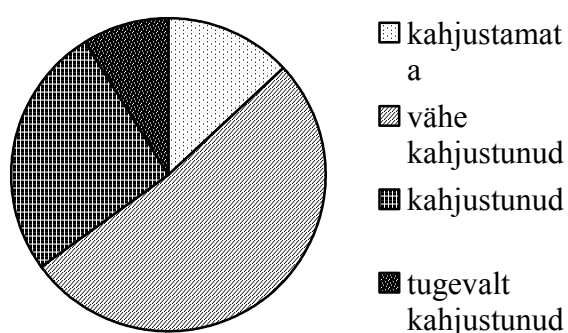
Foto 31. Putukakahjustus pitseril  
(EAA f 2069, n 2, s 356)



Foto 32. Putukakahjustus ja kristallsatsioon pitseril (EAA f 2057, n 1, s 735)

Kristallisatsiooni täheldati 27% (214 säiliku) vahapitserite juures (foto 32) ja oli peamiselt kapsli kahjustunud kohtades nagu murtud servadel, putukakahjustusel jm pinnakahjustuste kohtades. Valgest vahast pitseritel oli vähem kristallisatsiooni ning rohkem mehaanilisi- ja putukakahjustusi. Pealepandud pitseritel esinesid reeglina mehaanilised kahjustused – mõrad ja puuduvad osad. Mitmed pitserid olid andnud pärgamendile rasvaplekkke.

Pärgamentsäilikute füüsilise seisundi üldhinnang (joonis 10): kahjustamata - 13%, vähe kahjustunud - 52%, kahjustunud - 26% ja tugevalt kahjustunud - 9% säilikutest.



Joonis 10. Füüsilise seisundi üldhinnang

Füüsilise seisundi üldhinnangu andmisel ei arvestatud pitserite kahjustusi. Analüüsi põhjal võib öelda, et kahjustamata pärgamentidel olid ka pitserid paremas seisundis ning vastupidi.

#### 4.4. Füüsilise seisundi uurimise järeldused

- 81% säilikutest olid pärgamendile iseloomuliku värvusega – valged või helekollased;
- enamus kahjustusi tulenesid varasemast hoidmisest ja käsitlemisest - suur plekkide (80%) ja pinnasaaste (83%) rohkus;
- pooltel pärgamentidel esinesid teksti probleemid - tindi irdumine 30% ja teksti kadumine 5%;
- veekahjustus esines 33% pärgamentidel, mis omakorda oli mõjutanud teksti seisundit ja soodustanud hallituskahjustuse teket;



- putukakahjustusi esines 27% pärgamentidel, mis sellele vaatamata ei ole oluline kahjustav tegur, kuna enamasti piirdub kahjustus paari üksiku auguga, mis ei põhjusta oluliselt pärgamendi mehaaniliste omaduste halvenemist;
- hallituskahjustus esines 11% pärgamentidel;
- 1045 pärgamenti on konserveeritud vee kasutamist soovitavate meetodikate järgi;
- pitseri kahjustused esinesid peamiselt vahakapslitega pitseritel – 53% mehaanilised, 64% bioloogilised ja 27% keemilised kahjustused;
- võrreldes 2004. a Ajalooarhiivis teostatud UPAA meetodil pabermaterjalide seisundi uuringuga on pärgamentsäilikute füüsiline seisund parem. Kahjustuste üldhinnangute ja tüüpilisemate kahjustuste esinemise võrdlused on toodud tabelis 9.

Tabel 9. Pärgament- ja pabermaterjalide kahjustuste võrdlused

Kahjustus	Pärgamentsäilikud, %	Pabersäilikud, %
kahjustamata	13	0
vähe kahjustunud	52	15
kahjustunud	26	55
tugevalt kahjustunud	9	30
mehaaniline kahjustus	21	63
putukate ja näriliste kahjustused	29	3
hallituskahjustus	11	14
niiskuskahjustus	33	26
plekid	80	81

Seisundiuringu aluseks võetud IDAP metoodika on liiga detailne suurte kogude hindamisel. Sellest metoodikast võiks välja arendada lihtsama seisundiuringu programmi, mis hõlbustaks ka kogutud andmete töötlemist ning mis võiks olla kättesaadav kõigile teabeasutustele. Praegu on IDAP-i internetil baseeruv kahjustuste hindamise, liigitamise ja säilitusalase nõuannete andmebaas DUPDA (*Digitised User-Friendly Parchment Damage Atlas*) IDAP-i kodulehel ([www.idap-parchment.dk](http://www.idap-parchment.dk)) saadaval registreerunud partneritele.

Soovitused pärgamendikollektsiooni edaspidiseks säilitamiseks:

- pidevalt teostada keskkonnatingimuste seiret, st mõõta pärgamendikollektsiooni hoidla temperatuuri ja õhu suhtelist niiskust;

- jälgida õhu konditsioneerimissüsteemide tööd ja teostada õigeaegselt seadmete hooldust ja reguleerimist;
- perioodiliselt kontrollida putukate esinemist hoidlas ja rakendada ennetavaid meetmeid putukate ärahoidmiseks (suitsueemaldusluukide kontroll, vahetusjalatsid töötajatel ja külastajatel);
- võimaluse korral paigutada kolleksioon hoidlasse, mille keskkonnatingimusi oleks võimalik teistest hoidlatest eraldi reguleerida (hoidlas võiks olla külmem ja niiskem);
- kõigil pärgamentsäilikute kasutajatel kanda kindaid;
- vähendada pärgamentsäilikute kasutamist, so uurijatel kasutada mikrofilmi;
- kolleksioonile ligipääsu laiendamiseks skaneerida mikrofilmid ja teha informatsioon kättesaadavaks interneti teel.

## KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö eesmärk oli anda ülevaade pärgamentarhivaalide materjalide - pärgamendi, pitserite ja tindi - koostistest, omadustest ja kahjustumistest ning Ajalooarhiivi pärgamentkollektsiooni (1581 säilikut) konserveerimisest, säilitamisest ja füüsilise seisundi hindamisest.

Magistritöö esimeses osas käsitleti pärgamentdokumendi materjalide (pärgamendi, pitserite ja tindi) koostist, omadusi ja kahjustumise põhjuseid. Just materjali tundmine on konserveerimise eelduseks ja võimaldab teadlikumalt kavandada säilitamist. Pärgament on keerulise ülesehitusega materjal, mis kahjustub vee, soojuse, saasteainete, valguse, biokahjustajate ja intensiivse ning hooletu kasutamise tõttu. Samuti võivad pärgamendid kahjustuda ebasobivate konserveerimistöötluste tõttu. Erinevad kahjustusprotsessid toimuvad enamasti samaaegselt ja mõjutavad üksteist. Informatsioon ja illustratsioonid, mida pärgamendid kannavad, võivad kergesti minna kaduma. Pärgamendile kirjutati peamiselt raudgallustindiga, mis aga on pärgamendi pinnal ega ole tunginud sügavale kiudude vahele. Õhuniiskuse kõikumisel pärgamendi kiud paisuvad ja tõmbuvad kokku põhjustades tindi irdumist. Dokumendi kehtivuse ja autentsuse tõestamiseks on pärgamentdokumendile lisatud vahast pitserid. Vahapitserid võivad aga kahjustuda putukkahjurite, liiga kõrgete või madalate temperatuuride, valguse ja kasutamise tõttu.

Teises osas käsitleti viimasel kuuel aastal Ajalooarhiivis teostatud pärgamendikollektsiooni konserveerimist, paigutamist arhiivipüsivast materjalist ümbristesse, tagatis- ja kasutuskooptime valmistamist ning anti ülevaade keskkonnanõuetest pärgamentide säilitamisel. Konserveerimisel kontrolliti ja puhastati terve kollektsioon. Veerand kollektsiooni pärgamentidest (400) konserveeriti tervikuna niisutades 80%-lise isopropanooliga ja sirutades raamil. Kogu kollektsioon paigutati arhiivipüsivast materjalidest ümbristesse, mikrofilmimise teel valmistati tagatis- ja kasutuskooptiad ning kollektsioon paigutati hoidlanõuetele vastavasse hoidlasse. Seejärel tutvustati pärgamendi füüsilise seisundi uurimise IDAP (*Improved Damage Assessment of Parchment*) metoodikat ja selle põhjal Ajalooarhiivi pärgamendikollektsiooni seisundiuringut ning toodi ära uuringu tulemused. Seisundiuringu tulemused näitasid, et kolmandikul pärgamentidest oli veekahjustus, bioloogilised kahjustused esinesid 37%, mehaanilised kahjustused 21%, plekid ja pinnasaaste 80% ning teksti luitumise ning irdumise probleemid esinesid pooltel pärgamentidel. Kokkuvõtvalt oli kahjustamata 13%, vähe

kahjustunud 52%, kahjustunud 26% ja tugevalt kahjustunud 9% Ajalooarhiivi pärgamendikollektsioonist.

Autor arvab, et säilitamise vallas tehtud tööd on olnud vajalikud ja edukad ning on loodud hea alus kollektsiooni edasise säilitamisele ning kasutatavusele.

## KASUTATUD KIRJANDUS

- Abdel-Maksoud G., Marcinkowska E. (2000) Changes in Some Properties of Aged and Historical Parchment. *Restaurator*, **21**(3), 138-157.
- Arhiivieskiri (1998) Vabariigi Valitsuse määrus nr 308, 29.12.1998. RT I 1998, 118-120, 1904; 2000, 81, 520. 8 osa.
- Bonaduce I., Colombini M. P. (2004) Characterization of beeswax in works of art by gas chromatography-mass spectrometry and pyrolysis-gas chromatography-mass spectrometry procedures. *Journal of Chromatography A*, **1028**, 297-306.
- Bowden D. J., Brimblecombe P. (2003) The rate of metal catalyzed oxidation of sulfur dioxide in collagen surrogates. *Journal of Cultural Heritage*, **4**, 137-147.
- BS 5454:2000 (2000) British Standard Recommendations for Storage and Exhibition of Archival Documents. London. British Standards Institution.
- BS ISO 543:1990 (1990) Photography - Photographic films - specification for safety film. The International Organization for Standardization. Genève, Switzerland.
- Cherry J. (1997) Medieval and Post-Medieval Seals, In: *7000 years of Seal*, (Collon D.), 124-133. London.
- Cohen N. S., Odlyha M., Foster G. M. (2000) Measurement of shrinkage behaviour in leather and parchment by dynamic mechanical thermal analysis. *Thermochimica Acta*, **365**, 111-117.
- di Curci M. (2003) *The History and Technology of Parchment Making*; <http://www.sca.org.au/subscribe/articles/parchment.htm> viimati alla laetud 21.02.2006.
- EVS-EN ISO 9706:2001 (2001) Information and documentation - Paper for documents - Requirements for permanence. Eesti Standardikeskus. Tallinn.
- EVS-ISO 11799:2005 (2005) Informatsioon ja dokumentatsioon - Arhiivi ja raamatukogumaterjalide hoiunõuded. Eesti Standardikeskus. Tallinn.
- Fessas D., Schiraldi A., Tenni R., Vitellaro Zuccarello L., Bairati A., Facchini A. (2000) Calorimetric, biochemical and morphological investigations to validate a restoration method of fire injured ancient parchment. *Thermochimica Acta*, **348**, 129-137.

- Fiebach K., Kraemer L. R. (1993) Resins, Natural. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, **A23**, 77-79. VCH.
- Haines B. M. (1999) *Parchment: the physical and chemical characteristics of parchment and materials used in its conservation*. The Leather Conservation Centre, Northampton. 10-29.
- Hansen, E. F., Lee S. N., Sobel H. (1991) The Effects of Relative Humidity on Some Physical Properties of Modern Vellum: Implications for the Optimum Relative Humidity for Display and Storage of Parchment. *The Book and Paper Group Annual*, **10**; <http://aic.stanford.edu/sg/bpg/annual/v10/bp10-09.html> viimati alla laetud 18.04.2006.
- ICN (The Netherlands Institute for Cultural Heritage) (1995) *Guidelines for the conservation of leather and parchment bookbindings*; <http://www.kb.nl/cons/leather/index-en.html> viimati alla laetud 20.04.2006.
- ISO 11799:2003 (2003) Storage Requirements for Library and Archive Material. The International Organization for Standardization. Genève, Switzerland.
- Juchauld F., Jerosch H. (2005) The effects of two pollutants (SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub>) on parchment: artificial ageing experiments using pollutants and identification of some specific degradation products. In: *IDAP seminar and workshop*, Copenhagen, 33-34.
- Kennedy C. J., Wess T. J. (2003) The Structure of Collagen within Parchment - A Review. *Restaurator*, **24**(2), 61-80.
- Kokassar U. (2001) Männivaik on keemia-varaait. *Eesti Loodus*, jaanuar 2001; <http://www.loodus.ee/el/vanaweb/0106/urmas.html> viimati alla laetud 04.03.2006.
- Konsa K. (1998) *Arhivaalide säilitamine: õppevahend*. Eesti Ajalooarhiiv, Tartu, 39-105.
- Konsa K. (2005a) *Trendid säilitamises*. Koolitus Rahvusarhiivis. Tartu, 38-43.
- Konsa K. (2005b) *Artefaktide säilitamine*. Loeng TÜ sügissemester, (*Kogud ja hoiutingimused; Nahk ja nahast objektid*). Tartu.
- Kosek J. M. (2004) *Conservation mounting for prints and drawings*. Archetype Publications, London, 14-17.
- Kull, Eve (1992) *Pärnu 14. sajandist pärineva arheoloogilise naha uurimine*. Tartu Ülikooli orgaanilise keemia kateeder. Tartu. [Diplomitöö] lk 6-8.

- Larsen R., Poulsen D. V., Vest M (2002a) The Hydrothermal Stability (Shrinkage Activity) of Parchment Measured by the Micro Hot Table Method, In: *Microanalysis of Parchment*. (Larsen R.), 55-62. Archetype Publications, London.
- Larsen R., Poulsen D. V., Vest M., Jensen A. L. (2002b) Amino Acid Analysis of New and Historical Parchments, In: *Microanalysis of Parchment*. (Larsen R.), 93-99. Archetype Publications, London.
- Larsen R., Poulsen D. V., Odlyha M., Nielsen K., Wouters J., Puchinger L., Brimblecombe P., Bowden D. (2002c) The Use of Complementary and Comparative Analysis in Damage Assessment of Parchments, In: *Microanalysis of Parchment*. (Larsen R.), 165-179. Archetype Publications, London.
- Lehtaru J. (2006) Raudgallustindi korrosioon. *Renovatum*, 16-20.
- Leppik L. (koostaja) (2003) *Arhiivijuht I*. Ajalooarhiiv, Tartu, 282-295.
- Meyer L., Gertz J. (2003) *RLG Guidelines for Microfilming to Support Digitization*. Research Libraries Group; <http://www.rlg.org/preserv/microsuppl.pdf> viimati alla laetud 05.05.2006.
- Nagel V. (1985) Pärjamentürikute ja -köidete konserveerimine ja restaureerimine. Metoodiline kiri. Tallinn, 7-14.
- Novotná P., Dernovšková J. (2002) Surface Crystallisation on Beeswax Seals. *Restaurator*, **23**(4), 256-269.
- NRO (National Preservation Office) (2000). *Guide to Preservation Microfilming*. London.
- Papa A. J. (1993) Propanols. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, **A22**, 173-181. VHC.
- Peris-Vicente J., Gimeno Adelantado J. V., Doménech Carbó M. T., Mateo Castro R., Bosch Reig F. (2005) Characterization of waxes used in pictorial artworks according to their relative amount of fatty acids and hydrocarbons by gas chromatography. *Journal of Chromatography A.*, 1-7.
- Pinniger D. (2001) *Pest Management in Museums, Archives and Historic Houses*. Archetype Publications, London, 16-44.
- PRO (Public Record Office) (1996) An introduction to seals; <http://www.nationalarchives.gov.uk/preservation/advice/pdf/seals.pdf> viimati alla laetud 01.03.1006.

- Rasmussen L. H., Larsen R. (2002) A Simple Micro-Method for the Determination of the Shrinkage Temperature of Leathers, Parchments and Skins. *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*, **16**(2), 252-256.
- Reed F. (1994) *Preventive conservation*. East Midlands Museum Service; <http://www.meaco.com/preventa.htm> viimati alla laetud 28.12.2005.
- Reid of Robertland D., Ross A. (1971) The conservation of non-metallic seals. *Studies in Conservation: the journal of the International Institute for the Conservation of Museum Objects*, **15**, 51-62.
- Rychkov C. A. (2003) *Medieval manuscript production*; <http://library.rmwc.edu/hours/production.html> viimati uuendatud 23.05.2003.
- Singer H. (1992) The conservation of parchment objects using Gore-tex laminates. *The Paper Conservator*, **16**, 40-45.
- Součková M., Franc J. (2005) Biological deterioration of parchment. Its symptoms and appearance. In: *IDAP seminar and workshop*, Copenhagen, 17-18.
- Szczepanowska H., FitzHugh E. W. (1999) Fourteenth-century documents of the Knights of St. John of Jerusalem. *The Paper Conservator*, **23**, 39-43.
- Talvik A-T. (1996) *Orgaaniline keemia*. Tartu Ülikooli Kirjastus, 500.
- Thomson G. (2005) *The Museum Environment*. Elsevier Butterworth-Heinemann, 268.
- Wasserman N. (2006) *BIOE 4710/5710-Lecture 1*, Toledo Ülikooli Biotehnoloogia osakond; [http://bioe.eng.utoledo.edu/adms\\_staffs/akkus/Lecture1.ppt](http://bioe.eng.utoledo.edu/adms_staffs/akkus/Lecture1.ppt) viimati alla laetud 29.04.2006.
- Wolfmeier U., Schmidt H., Heinrichs F.-L., Michalczyk G., Payer W., Dietsch W., Boehlke K., Hohner G., Wildgruber J. (1996) Waxes. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, **A28**, 118-121. VHC.
- Woods C. S. (1994) The Nature and Treatment of Wax and Shellac Seals. *Journal of the Society of Archivists*, **15**(2), 203-214.
- Woods C. S. (1995) Conservation Treatments for Parchment Documents. *Journal of the Society of Archivists*, **16**(2), 221-238.
- Woods C. S. (2006) The conservation of parchment, In: *Conservation of Leather and related materials*, (Kite M., Thomson R.), 200-220, Elsevier, Amsterdam.



## **CONSERVATION AND PRESERVATION OF PARCHMENT COLLECTION IN ESTONIAN HISTORICAL ARCHIVES**

Eve Keedus

### **Summary**

The aim of the present master thesis is to give an overview of parchment manuscript materials - parchment, seals and inks – composition, property and deterioration; and also about the conservation, preservation and damage survey of parchment collection (1581 items in total) in the Estonian Historical Archives.

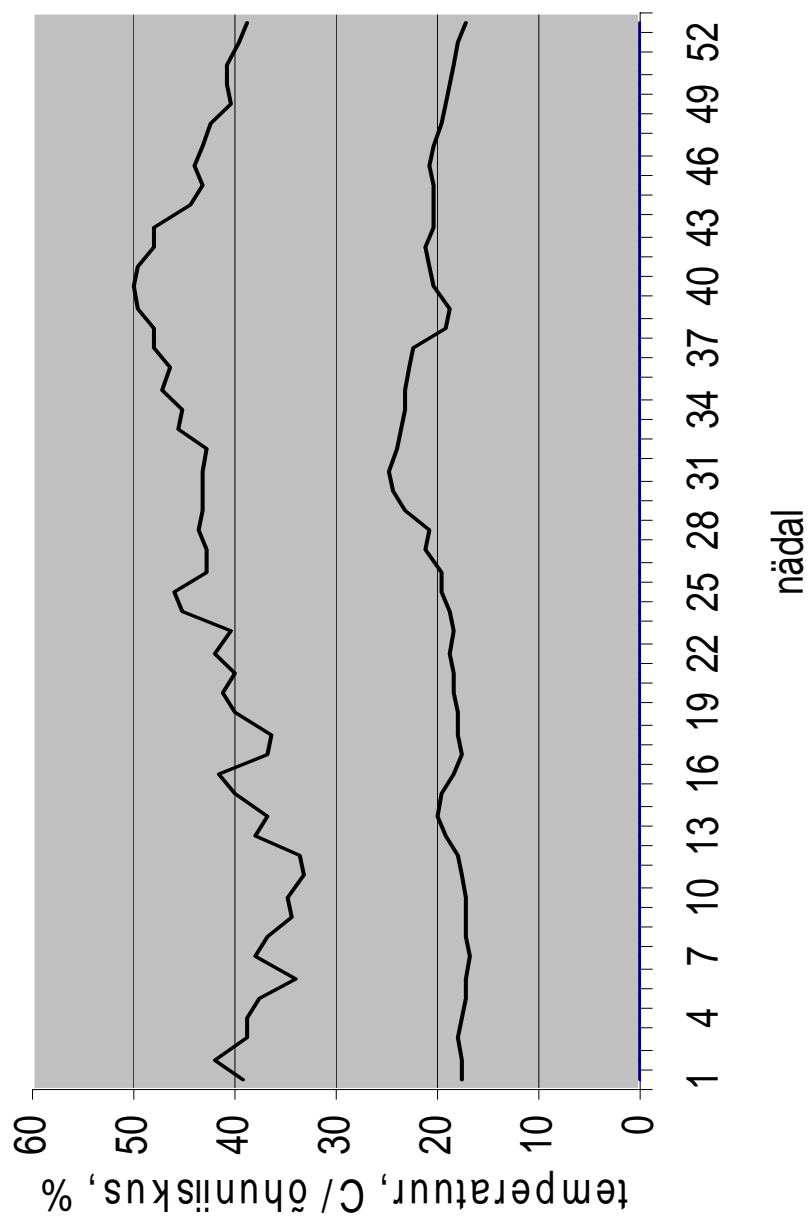
The first part of the thesis is focused on material composition of the parchment documents, their properties and damage reasons. Proper knowledge about material makes possible successful conservation and preservation. Parchment is a complicated structural biomaterial, which deteriorates in contact of water, heat, air pollutants, light, biological damagers. Insensitive handling of the collection must be avoided. The parchment can be damaged also by unsuitable conservation treatments. For example - different deterioration processes take place in same time and influence each other. Information and decoration that parchment usually carries can be easily lost. Iron-gall ink, what was the most-used writing media for parchment manuscripts, is on the parchment surface and is not deeply bounded with fibres. The fibres swell and shrink due to fluctuation of humidity and that cause ink loosage. A wax seals were added to parchment document to authorize and strengthen contracts and agreements. The wax seals can be damaged by insects, too high or low temperatures, light and usage of documents.

The second part of the thesis deals with preservation works which have been carried out during last six years. Preservation workflow was as follows: conservation, replacing old covers with new archival-quality covers, microfilming and moving collection to the appropriate conditions. Thesis also includes reviews about storage requirements for parchment preservation. In conservation all records were controlled and cleaned. Quarter of the parchments were humidified with 80% isopropanol solution and then stretched on the frame. All records were microfilmed and moved to the new building, where items are stored in a stable and controlled environment. Finally a model of improved damage assessment of parchment (IDAP) was introduced and a survey was carried out in the Estonian Historical Archives.

Results of the survey showed that one third of the collection was damaged by water, 37% had biological damage, 21% mechanical damage and 80% of parchment records were indicated problematic due to stains and surface contamination. Half of them had problems with inks. The summarized results of the survey are following: 13% undamaged, 52% slightly damaged, 26% damaged and 9% heavily damaged.

Author believes that the tasks carried out in the field of preservation were necessary and successful and that they ensure good preservation and wide usage of parchment records.

### Hoidla keskkonnatingimused 2005 a.



## **LISA 2 Seisundi hindamise ankeet**